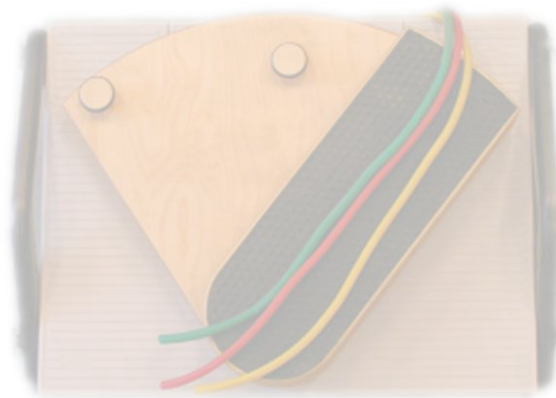


PhysioFlip versus Oefentol

De effectiviteit van geïsoleerde en functionele stabiliteitstraining op de actieve stabiliteit van de enkel: een vergelijkend onderzoek

Auteurs:

Mariam Popal
Marleen Steenbergen
Carola Stork
Lotte Verschragen



Docentbegeleidster:

Mw. M. Poppema

Methodologisch begeleidster:

Mw. M. Veeger

Coördinator Afstudeerprojecten:

Dhr. H. van Pruissen

Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven,
Opleiding voor Fysiotherapie

Opdrachtgever:

Dhr. T. de Lange

Fontys paramedische Hogeschool te Eindhoven,
Opleiding voor Podotherapie

Voorwoord

Ter afsluiting van onze afstudeerperiode aan de opleiding voor Fysiotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven, hebben wij, in samenwerking met de opleiding Podotherapie, een projectvoorstel uitgewerkt, een onderzoek uitgevoerd en hierover dit onderzoeksverslag geschreven.

Uiteraard zijn er vele mensen mede verantwoordelijk voor het tot stand komen van ons project en we willen via deze weg graag van de gelegenheid gebruik maken om hen te bedanken.

Onze docentbegeleidster, Marjolijn Poppema, voor haar uitstekende begeleiding, haar kritische opmerkingen en haar eindeloze geduld.

Onze methodologisch begeleidster, Monica Veeger, voor haar hulp bij het uitwerken van de methode en resultaten.

Sven van Sweeden, voor het ter beschikking stellen van zijn laptop en werkruimte en zijn antwoorden op onze vele computertechnische vragen in het BewegingsAnalyse Laboratorium.

Onze opdrachtgever, Ton de Lange, voor zijn hulp bij het opstellen van het projectvoorstel.

Roy Delsine en Christian den Bieman voor het ter beschikking stellen van hun tijd om dit verslag af te drukken.

Speciale dank gaat uit naar alle proefpersonen die zich vol enthousiasme en interesse, vier weken beschikbaar hebben gesteld voor ons onderzoek.

Tot slot willen we onze ouders en partners bedanken voor hun geduld, hulp en bemoedigende woorden.

Mariam Popal
Marleen Steenbergen
Carola Stork
Lotte Verschragen

Eindhoven, juni 2005

Samenvatting

Keuze onderwerp

Per jaar krijgen ongeveer zeshonderdduizend Nederlanders een traumatisch letsel aan de enkel. Driehonderdduizend van deze letsels ontstaan tijdens sportbeoefening. Ongeacht de ernst van het trauma houdt ongeveer tien tot zestig procent van de driehonderdduizend mensen restklachten na het opgelopen trauma.

Met dit als uitgangspunt is er een probleemstelling met de volgende vraagstelling geformuleerd:

“Geeft geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip significant meer actieve stabiliteit in vergelijking met functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen?”

Methode.

Om antwoord te kunnen geven op de vraagstelling is een onderzoek opgesteld.

Het onderzoek bestond uit een literatuurstudie en een pilotstudy. Gedurende de literatuurstudie is er gezocht naar relevante artikelen en achtergrondliteratuur. De belangrijkste gegevens hieruit zijn gebruikt voor het samenstellen van een theoretisch kader.

Vervolgens is er een pilotstudy uitgevoerd waarin de geïsoleerde training met de functionele training wordt vergeleken. Er is voor de pilotstudy gebruik gemaakt van een kleine onderzoekspopulatie van zestien gezonde proefpersonen.

Allereerst is de actieve enkelstabiliteit van de proefpersonen gemeten met behulp van de Force Plate, videoanalyse en de Myoton. Vervolgens zijn ze “at random” verdeeld in twee trainingsgroepen en hebben een trainingstraject van vier weken doorlopen.

Eén trainingstraject trainde de actieve stabiliteit van de enkel geïsoleerd met behulp van de PhysioFlip. Het andere trainingstraject volgde de actieve stabiliteit van de enkel functioneel met behulp van de oefentol en door het uitvoeren van uitvalspassen. Voor beide trainingstrajecten waren protocollen samengesteld waarin een opbouw in intensiteit werd nagestreefd.

Na afloop van de trainingsperiode is er een eindmeting uitgevoerd. Deze meting vond op dezelfde manier plaats als de beginmeting.

Resultaten

Uit de resultaten van de metingen met de Force Plate, videoanalyse en de Myoton, is gebleken dat er geen significante verschillen kunnen worden aangetoond tussen de beginmeting en de eindmeting bij beide trainingsgroepen.

Tevens is er geen significant verschil zichtbaar wanneer de twee trainingsgroepen met elkaar worden vergeleken.

Uitzondering hierop is het verschil in standaarddeviaties van de videoanalyse tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep. Deze berekening geeft wel een significant verschil aan.

Conclusie

Antwoord op de vraagstelling:

“Gedurende een trainingsperiode van vier weken en met de gebruikte protocollen, lijkt geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip niet significant meer actieve stabiliteit te geven dan functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen” Gezien de grote hoeveelheid niet-significante verschillen die in de resultaten gevonden zijn, wordt het significante verschil gevonden bij de videoanalyse ontkracht.

Summary

Topic choice

Each year approximately six hundred thousand Dutch people suffer from traumatic ankle injury. Three hundred thousand of these injuries arise during sports. Despite the seriousness of the trauma approximately ten to sixty percent of the three hundred thousand people will keep having complaints after recovery.

With this as a starting point a question has been formed.

“Does isolated active stability training of the ankle by implement of the PhysioFlip create significant more active stability, compared to functional active stability training of the ankle, employing healthy subjects?”

Approach

An investigation has been formed to be able to answer the question.

The investigation existed of a literary study combined with a pilotstudy. During the literary study relevant articles and background literature has been searched. The most important information has been extracted and was used to create a theoretical frame.

After that the pilotstudy which compared isolated active stability training with functional active stability training has been carried out. The research took place using a small research population counting sixteen healthy subjects.

At first the active stability of the ankle has been measured using the Force Plate, video analyses and the Myoton. After that the subjects were divided at random into two clusters and went through a four weeks training program. One training program was compiled to train the active ankle stability isolated using the PhysioFlip. The other program was compiled to train the active ankle stability functional using the wobble board and making lunges. For each training program a four weeks training protocol was formed which contained an intensity increase during the time.

Conclusively, after the training program again the active stability of the ankle has been measured using the same method that has been used for the first measurement.

Results

The results of the measurements with the Force Plate, video analyses and the Myoton showed no significant differences between the first and the second measurement for each training group.

Simultaneously there were no significant differences comparing the two training groups.

The exception is the difference in standard deviation from the video analyses between the isolated and the functional training group. This calculation did show a significant difference.

Conclusion

Answering the question:

“A four weeks program, training the active stability of the ankle using the formed protocols, shows no significant differences between the isolated active stability training of the ankle compared to the functional active stability training of the ankle employing healthy subjects.”

The one significant difference found at the video analyses measurement has been left out because of the quantity of no significant differences found in the results.

Inhoudsopgave

Inleiding	11
Hoofdstuk 1: Theoretisch Kader	13
1.1 Inleiding	14
1.2 Epidemiologie	14
1.3 Stabiliteit en anatomie	14
1.3.1 Stabiliteit	14
1.3.2 Hoe wordt de stabiliteit anatomisch gewaarborgd.....	14
1.4 Meetapparatuur	16
1.4.1 Force Plate.....	16
1.4.2 Videoanalyse apparatuur.....	16
1.4.3 Myoton.....	17
1.4.4 Elektromyografie	17
1.5 Training	18
1.5.1 Keuze trainingsprincipe	18
1.5.2 Trainingscyclus	18
1.5.3 Trainingsapparatuur.....	19
1.6 Hypothesen	20
Hoofdstuk 2: Methode	21
2.1 Inleiding.....	22
2.2 Literatuurstudie	22
2.2.1 Zoekstrategie artikelen.....	22
2.2.2 Gebruik studieboeken	23
2.3 Pilotstudy	23
2.3.1 Voorbereiding.....	23
2.3.2 Uitvoering	25
2.3.3 Verwerking van de gegevens	27
Hoofdstuk 3: Resultaten.....	29
3.1 Inleiding.....	30
3.2 Onderzoekspopulatie	30
3.3 Force Plate	30
3.3.1 Mann-Whitney U-test	31
3.3.2 Samenvattend resultaat van de Force Plate	32
3.4 Videoanalyse.....	32
3.4.1 Mann-Whitney U-test	33
3.4.2 Samenvattend resultaat van de videoanalyse	34
3.5 Myoton: triple-scan meting.....	34
3.5.1 Mann-Whitney U-test:	35
3.5.2 Samenvattend resultaat van de Myoton: triple-scan meting.....	39
3.6 Myoton: multi-scan meting.....	39
3.6.1 t-toets	39
3.6.2 Samenvattend resultaat van de multi-scan met de Myoton.....	40
3.7 Eindresultaat	41

Hoofdstuk 4: Discussie	43
4.1 Inleiding.....	44
4.2 Mening.....	44
4.3 Keuze statistische toets.....	44
4.4 Beperkingen	45
4.4.1 Onderzoekspopulatie	45
4.4.2 Datum beginmeting	45
4.4.3 Myoton.....	45
4.4.4 Videoanalyse	46
4.4.5 Force Plate.....	46
4.4.6 Protocollen	46
4.4.7 Tijdspad.....	47
Hoofdstuk 5: Conclusie.....	49
5.1 Inleiding.....	50
5.2 Conclusies per meetmethode	50
5.2.1 Force Plate.....	50
5.2.2 Videoanalyse	50
5.2.3 Myoton: triple-scan meting	50
5.2.4 Myoton: multi-scan meting	50
5.3 Beantwoording van de vraagstelling	51
5.4 Verwerping van hypothesen	51
Hoofdstuk 6: Aanbevelingen.....	53
6.1 Inleiding.....	54
6.2 Pilotstudy	54
6.3 Onderzoekspopulatie	54
6.4 Trainingstraject	54
6.5 Trainingsapparaten	54
Bronnenlijst	55
Bijlagen.....	57

Inleiding

In het kader van de onderwijseenheid ‘afstudeerprojecten’ van de opleiding voor Fysiotherapie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven is dit onderzoeksverslag geschreven.

In november 2004 is er een apparaat genaamd de Foot Trottle ontwikkeld door studenten Bewegingstechnologie aan de Hogeschool Den Haag, in samenwerking met de heer de Lange, docent aan de Fontys Paramedische Hogeschool Eindhoven, afdeling Podotherapie.

Het doel van het apparaat is de actieve stabiliteit van de enkel te trainen en is ontwikkeld als alternatief voor functionele actieve stabiliteitsoefeningen die een persoon kan uitvoeren wanneer er sprake is van bijvoorbeeld enkelinstabiliteit.

De Foot Trottle traint geïsoleerd de spierkracht van de onderbeenmusculatuur die de actieve stabiliteit van het enkelgewricht waarborgt. De Foot Trottle is een mogelijke opvolger van de PhysioFlip. Er is echter een groot verschil, de Foot Trottle traint driedimensionaal de spieren rondom het enkelgewricht terwijl de PhysioFlip dit ééndimensionaal doet.

Er is voortijdig gebleken dat de Foot Trottle nog niet voldeed aan de gebruikerseisen, vandaar dat de Foot Trottle tijdens het onderzoek niet gebruikt is. Als alternatief trainingsapparaat is er gebruik gemaakt van de PhysioFlip.

Er is nog geen onderzoek gedaan naar de effectiviteit van de PhysioFlip. Tevens is er niet onderzocht of geïsoleerde actieve stabiliteitstraining effectiever is, een aanvulling kan geven op, of een alternatief is voor functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel.

Voor dit onderzoek is de volgende probleemstelling opgesteld:

Geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip geeft significant meer actieve stabiliteit ten opzichte van functionele actieve stabiliteitstraining bij gezonde proefpersonen en biedt zo een aanvulling op of alternatief voor de huidige behandeling.

Vanuit deze probleemstelling is de volgende vraagstelling geformuleerd:

Geeft geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip significant meer actieve stabiliteit in vergelijking met functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen?

Voor de operante definities van de vraagstelling wordt verwezen naar bijlage 15.

De doelstelling van het afstudeerproject is om de vraagstelling te beantwoorden. Om antwoord te kunnen geven op de vraagstelling is een wetenschappelijk onderbouwd onderzoek opgezet. Door middel van een literatuurstudie is informatie verzameld omtrent voorgaande onderzoeken die betrekking hebben op de pilotstudy en om een theoretisch kader voor de pilotstudy samen te stellen. De pilotstudy is opgezet om een vergelijking te maken tussen de effectiviteit van geïsoleerde training van de actieve enkelstabiliteit en de functionele training van de actieve enkelstabiliteit.

In het eerste hoofdstuk wordt het theoretisch kader van het onderzoek beschreven. De methode van het onderzoek vormt hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 is een overzichtelijke weergave van de resultaten. De discussie wordt beschreven in hoofdstuk 4. De conclusies van het onderzoek worden in hoofdstuk 5 beschreven. In het zesde en laatste hoofdstuk worden de aanbevelingen voor een eventueel vervolg onderzoek besproken. Na de aanbevelingen volgen de literatuurlijst en de bijlagen.

Hoofdstuk 1

Theoretisch kader

1.1 Inleiding

In het eerste hoofdstuk van dit onderzoeksverslag wordt het theoretisch kader beschreven. Dit theoretisch kader is de wetenschappelijke onderbouwing en verantwoording van waaruit het onderzoek gestart is.

Er wordt begonnen met een beschrijving van de epidemiologische verantwoording. Dit wordt gevolgd door de aan stabiliteit gerelateerde anatomie, de beschrijving van de meetmethode en de training. Tot slot worden de H_0 en de H_1 hypothese, die opgesteld zijn voor dit onderzoek, besproken.

1.2 Epidemiologie

Per jaar krijgen ongeveer zeshonderdduizend Nederlanders een traumatisch letsel aan de enkel.

Driehonderdduizend van deze letsels ontstaan tijdens sportbeoefening.

Een bezoek aan de huisarts of spoedeisende hulp in het ziekenhuis wordt afgelegd door ongeveer driehonderdduizend mensen. Ruim driekwart van deze bezoeken betreft een inversietrauma.

Ongeacht de ernst van het trauma houdt ongeveer tien tot zestig procent van de driehonderdduizend mensen restklachten na het opgelopen trauma.¹¹

1.3 Stabiliteit en anatomie

1.3.1 Stabiliteit

Onder stabiliteit wordt het vermogen van een gewricht om ongewenste bewegingen tegen te gaan verstaan. Er zijn twee soorten stabiliteit: passieve stabiliteit en actieve stabiliteit.

Passieve stabiliteit wordt gewaarborgd door botstructuren, ligamenten en het gewrichtskapsel. Actieve stabiliteit wordt verzorgd door musculatuur rondom het betreffende gewricht.

Om stabiliteit te waarborgen en te anticiperen op interne en externe balansverstoringen, werken de actieve en passieve stabiliteit nauw samen. Voor het enkelgewricht betekent dit dat er bij alle activiteiten waarbij de onderste extremiteit betrokken is, er een beroep wordt gedaan op de stabiliteit van dit gewricht.²

1.3.2 Hoe wordt de stabiliteit anatomisch gewaarborgd

1.3.2.1 Gewrichten

De botstructuren van het onderbeen en de voet zijn in figuur 1 weergegeven. Al deze botstukken maken onderling een eigen gewricht. De gewrichten die voornamelijk van invloed zijn op de stabiliteit van de enkel zijn het articulatio talocruialis (het bovenste spronggewricht), articulatio subtalaris, articulatio talo-calcaneo-navicularis (tezamen het onderste spronggewricht) en het articulatio mediotarsaal.^{1,2}



Figuur 1: Botstructuren van de enkel

Articulatio talocrualis

Het articulatio talocrualis, ook wel het bovenste spronggewricht genoemd, is een scharniergewricht. Het articulatio bestaat proximaal uit de distale delen van de tibia en fibula en distaal uit de talus. Het caput bestaat uit een trochlea tali deze bestaat uit drie facetten:

- Facies superior;
- Articulatio malleoli mediale;
- Articulatio malleoli laterale.²

Het articulatio talocrualis is het belangrijkste gewricht van het proximale deel van de voet en heeft fysiologisch één graad van bewegingsvrijheid. Functioneel heeft dit gewricht drie graden van bewegingsvrijheid. Dit komt door de combinatie van de gewrichten in het proximale deel van de voet in combinatie met de axiale rotatie van het articulatio genu.¹

Articulatio talo-calcaneo-navicularis en articulatio subtalaris

Het articulatio talo-calcaneo-navicularis en articulatio subtalaris vormen samen het onderste spronggewricht. Deze tweedeling wordt gemaakt door de canalis tarsi en sinus tarsi.²

Het articulatio talo-calcaneo-navicularis bestaat proximaal uit de talus en distaal uit de calcaneus in combinatie met het os naviculare. Dit gewricht is de voorste kamer van het onderste spronggewricht. Het articulatio subtalaris bestaat proximaal uit de talus en distaal uit de calcaneus. Dit gewricht is de achterste kamer van het onderste spronggewricht.²

Articulatio medio-tarsalis

Het articulatio medio-tarsalis bestaat proximaal uit de talus, calcaneus en distaal uit het os naviculare en os cuboideum. Anatomisch bestaat dit gewricht uit een lateraal en een mediaal deel.

Van bovenaf bekeken is een gewrichtsspleet zichtbaar in de vorm van een S, dit komt door de convexe en concave zijde van de botstukken.¹

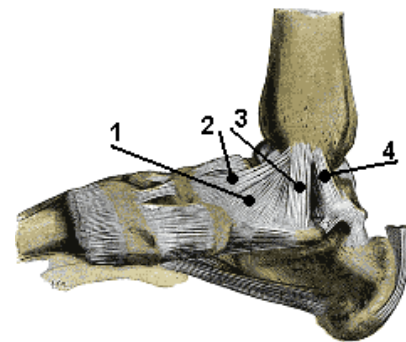
1.3.2.2 Gewrichtskapsel en gewrichtsbanden

Gewrichtskapsel (capsula articularis) en gewrichtsbanden (ligamenten) zijn twee niet van elkaar te scheiden structuren die beide mede (in samenwerking met botstructuren) verantwoordelijk zijn voor de passieve stabiliteit van een gewricht.^{1,2}

Het gewrichtskapsel van de enkel is vastgehecht aan de randen van het kraakbeen. Het is aan de ventrale en dorsale zijde zeer dun en wordt aan zowel de laterale als de mediale zijde versterkt door extra-capsulaire ligamenten (collaterale ligamenten).

Aan de mediale zijde wordt het enkelgewricht extra verstevigd door het ligamentum deltoideum. Dit ligament straalt naar distaal uit en bestaat uit vier delen (zie figuur 2):¹

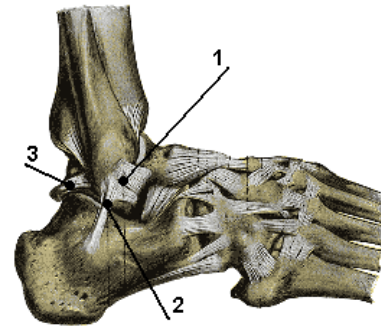
1. Pars tibio-navicularis: loopt van de mediale malleolus naar het os naviculare in de tarsus;
2. Pars tibio-talaris anterior: loopt van de mediale malleolus naar het collum tali van de talus;
3. Pars tibio-calcanea: loopt van de mediale malleolus naar het sustentaculum tali van de calcaneus;
4. Pars tibio-talaris posterior: loopt van de mediale malleolus schuin naar de dorso-mediale zijde van de talus.



Figuur 2: Ligamentum Deltoideum

Aan de laterale zijde wordt het enkelgewricht extra verstevigd door drie aparte ligamenten (zie figuur 3):¹

1. Ligamentum talo-fibulare anterius: loopt vanaf de anteriore rand van de laterale malleolus naar het collum tali;
2. Ligamentum calcaneo-fibulare: loopt van de laterale malleolus naar de laterale zijde van de calcaneus;
3. Ligamentum talo-fibulare posterius: loopt van de mediale zijde van de laterale malleolus naar het dorso-laterale tuberculum van de talus.



Figuur 3: Laterale ligamenten

1.3.2.3 *Musculatuur*

Zoals in paragraaf 1.3.1 al is beschreven zorgt de musculatuur voor de actieve stabiliteit van het enkelgewricht doordat de eindpees (gedeeltelijk) met het gewrichtskapsel vergroeid is. Daarnaast kunnen spieren ook aan de stabiliteit van een gewricht bijdragen door co-contractie. Co-contractie is een samenspel van contraherende spieren, waarbij verschillende spieren een verschillende functie bedekken.

Een voorbeeld: Bij de dorsaalflexie van de enkel heeft de m. tibialis anterior een agonistische functie, de m. extensor digitorum en m. extensor hallucis longus hebben een synergistische functie. De m. triceps surae is de antagonist. Om de ongewenste inversie beweging die het aanspannen van de m. tibialis anterior veroorzaakt tegen te gaan hebben de mm. Peroneï een stabiliserende of fixerende functie.

In bijlage 10 is een schematische weergave van de origo, start eindpees, insertie en functie van de musculatuur die zorgt voor de actieve stabiliteit opgenomen.^{1,2}

1.4 Meetapparatuur

Er is verschillende meetapparatuur beschikbaar gevonden om de mate van actieve stabiliteit van de enkel vast te stellen.

1.4.1 Force Plate

De Force Plate of het krachtenplatform is een plaat, gedragen door vier zuilen. Door middel van rekstrookjes op de vier zuilen is de software in staat te registreren waar en hoeveel krachten en momenten de plaat belasten. De software van de Force Plate maakt gebruik van het centrum of pressure ook wel het lichaamszwaartepunt genoemd. Het registreert de plaats van het centrum of pressure in de tijd en geeft de deviatie hiervan weer op de x-as en de y-as. De mate van deviatie van het centrum of pressure is een maat voor de stabiliteit. Een kleine deviatie betekent een goede stabiliteit.¹⁵

1.4.2 Videoanalyse apparatuur

Om meer informatie te verkrijgen over de hoeksveranderingen en de bewegingen in een gewricht wordt er gebruik gemaakt van videoanalyse. Videoanalyse is in staat deze veranderingen te analyseren en te berekenen met behulp van het computerprogramma 'SIMI°Motion versie 7.0'.¹⁶

Tijdens de opname draagt de proefpersoon markers, welke door de software herkend worden. De middelste marker representeert het draaipunt van het gewricht en de overige markers representeren de stand van de bewegende delen van het gewricht. De software registreert vervolgens aan de hand van de markers de hoeksveranderingen tussen deze delen in de tijd. De mate van de hoeksveranderingen is een maat voor de stabiliteit. Kleine hoeksveranderingen betekenen een goede stabiliteit.

1.4.3 Myoton

De Myoton is een nieuw apparaat afkomstig uit Rusland. Het is in 1977 ontwikkeld door Dr. Vain en vervolgens door een wetenschappelijk team in Estland verder onderzocht en gebruiksklaar gemaakt. Sinds één jaar is er een draagbare vorm beschikbaar voor onderzoek.

De Myoton is ontwikkeld om de mechanische eigenschappen van oppervlakkig gelegen spieren te meten en te registreren. De Myoton meet de:

- Frequency dit is een maat voor de tonus van de spier
- Decrement dit is een maat voor de elasticiteit van de spier ($1/\text{decrement} = \text{elasticiteit}$)
- Stiffness dit is een maat voor de stijfheid van de spier



Figuur 4: de Myoton

De Myoton is een pistool-vormig apparaat (figuur 4) met een indrukbaar stiftje.

Voor het uitvoeren van een meting wordt het apparaat met het stiftje op de spierbuis van de te meten spier geplaatst. Door het apparaat langzaam te laten zakken wordt het stiftje ingedrukt tot een omslagmoment. Het apparaat geeft vervolgens via het stiftje een mechanische impuls aan de spier waarop een oscillerende reactie van de spier volgt.

De parameters van de spier worden uit deze oscillaties berekend en gebuikt voor verdere analyse.

De Myoton biedt de mogelijkheid om significante verschillen tussen de premeting en postmeting van een training in de multi-scan mode weer te geven. In de multi-scan mode wordt de normale waarde (norm) van een spier in ontspannen toestand bepaald middels per meetmoment minimaal twintig metingen. De berekende frequency, decrement en stiffness vertellen iets over de getraindheid van de spier. Wanneer de beginmeting en eindmeting met elkaar worden vergeleken is er bij een beter getrainde spier sprake van een afname van de frequency, decrement en stiffness.

Tevens biedt de Myoton de mogelijkheid tot het uitvoeren van een triple-scan, waarin de spier drie maal gemeten wordt. Er kan hierbij gekozen worden voor een ontspannen en/ of gecontraheerde situatie van de spier.

De meetgegevens worden direct na de meting op het beeldscherm van de Myoton weergegeven.

Daarnaast zijn deze gegevens te downloaden voor verdere verwerking.^{13,14}

Het verschil tussen de ontspannen en gecontraheerde situatie van de spier zegt iets over de getraindheid. Wanneer de verschillen tussen ontspannen en gecontraheerd van de beginmeting en de eindmeting met elkaar worden vergeleken, is er bij een beter getrainde spier sprake van een toename van de frequency en stiffness en een afname van de decrement.

Een beter getrainde spier betekent dat deze beter in staat is interne en externe balansverstoringen op te vangen. Er is dus sprake van een toegenomen actieve stabiliteit.

1.4.4 Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) is een techniek om door middel van elektrodes de activiteit van spieren te meten. De op de huid bevestigde elektrodes signaleren elektrische activiteit die plaatsvindt in de spier, tijdens contractie.⁸ Wanneer, over een trainingsperiode gemeten, de activiteit van de spieren is toegenomen dan betekent dit dat de spier sterker is geworden. Een sterkere spier is beter in staat interne en externe balansverstoringen op te vangen. Bij een toegenomen spieractiviteit is er sprake van een toegenomen actieve stabiliteit.

1.5 Training

1.5.1 Keuze trainingsprincipe

Musculatuur kan op twee manieren een aandeel leveren in de actieve stabiliteit van het enkelgewricht, namelijk door middel van snelkracht en duurkracht.

Snelkracht houdt in dat de betreffende spier met de hoogst mogelijke contractiesnelheid kan aanspannen.^{5,6} Binnen de enkelstabiliteit wordt aanspraak gedaan op de snelkracht bij snel inwerkende krachten, zoals het geval is wanneer onverwacht op ongelijke ondergrond gestapt wordt. Duurkracht houdt in dat de betreffende spier weerstand kan bieden tegen vermoeidheid bij langdurige krachtspanningen. De spier is in staat de kracht lang vast te houden of vaak te herhalen, zonder afname van de effectiviteit. Duurkracht wordt ook wel krachthuoudingsvermogen genoemd.^{5,6} Binnen de enkelstabiliteit wordt aanspraak gedaan op de duurkracht bij langdurig inwerkende krachten en langdurig uitvoeren van bewegingen, zoals tijdens lopen en hardlopen. Wanneer het krachthuoudingsvermogen van een spier afneemt leidt dit tot spierversmoeidheid en dit kan weer leiden tot afname van de actieve stabiliteit.¹¹

1.5.2 Trainingscyclus

Een trainingscyclus is opgebouwd uit drie delen.

- 1 Warming-up
- 2 Training
- 3 Cooling-down

1.5.2.1 *Warming-up*

Het eerste gedeelte van de warming-up heeft als doel het lichaam algeheel voor te bereiden op fysieke inspanning en bestaat uit een laag intensief cardio gedeelte. Voorbeelden zijn fietsen, trimmen, steppen en roeien.

Vervolgens wordt aandacht besteed aan de spieren die gedurende de training belast worden. De warming-up wordt afgesloten met het op rek brengen van de meest belaste spieren. Gedurende acht seconden wordt er gerekt, deze rekking dient drie keer herhaald te worden.³

1.5.2.2 *Training*

Het trainen van actieve stabiliteit van de enkel kan op verschillende manieren plaatsvinden. Binnen het onderzoek is gebruik gemaakt van functionele training en geïsoleerde training.

Met functionele training wordt bedoeld dat er actief getraind gaat worden, volgens de richtlijnen die tegenwoordig gebruikt worden in de fysiotherapeutische praktijk en die de werkelijkheid zo dicht mogelijk benaderd.⁷

Met geïsoleerde training wordt bedoeld dat alleen de spierkracht van de actieve stabilisatoren van de enkel worden getraind zonder daarbij andere spieren te trainen.⁷

De uitvoering van de functionele en geïsoleerde training wordt in hoofdstuk 2 en bijlage 8 en 9 besproken.

1.5.2.3 *Cooling-down*

Gedurende de cooling-down wordt er wederom gestart met een laag intensief cardio gedeelte met als doel de opgebouwde afvalstoffen af te voeren. Dit wordt gevolgd door het rekken van de belaste spieren en spiergroepen. Het rekken wordt vijftien seconden vast gehouden en vier keer herhaald.³

1.5.3 Trainingsapparatuur

1.5.3.1 *Functionele training*

Voor de functionele training van de enkelstabiliteit kan onder andere gebruik gemaakt worden van de oefentol, trampoline, uitvalspassen en instabiele ondergronden (zoals matten, stokken).⁷

1.5.3.2 *Geïsoleerde training*

Bij geïsoleerde training kan gebruik worden gemaakt van de al langer bestaande PhysioFlip en het nieuw ontwikkelde apparaat de Foot Trottle.

PhysioFlip

De PhysioFlip (figuur 5) is een innovatie op het gebied van blessure preventie. Met eenvoudige oefeningen worden de voetspieren en onderbeenspieren versterkt. Het apparaat traint de spierkracht van de onderbeenmusculatuur die de actieve stabiliteit van het enkelgewricht waarborgt ééndimensionaal.

De PhysioFlip is gebaseerd op oefeningen ontwikkeld door fysiotherapeuten en veelzijdig inzetbaar binnen een breed scala van klachten voor gebruikers vanaf acht jaar.

Het is functioneel en praktisch vervaardigd uit dik kwaliteitshout waarvan het draaiend gedeelte is afgedekt met huidvriendelijk antislip materiaal. De instelling van de weerstand is te kiezen uit drie verschillende Thera-Band Tubing (oplopend in weerstand geel, rood, groen) maar ook is de weerstand instelbaar door de band strakker aan te trekken.¹²



Figuur 5: de PhysioFlip

Foot Trottle

Aangezien het enkelgewricht functioneel drie bewegingsgraden heeft, is de Foot Trottle ontwikkeld. De Foot Trottle traint het enkelgewricht driedimensionaal en sluit zo alle bewegingsrichtingen van het enkelgewricht in.⁹

1.6 Hypothesen

In de inleiding zijn de probleemstelling en de vraagstelling geformuleerd. Er is een H_0 en een H_1 hypothese opgesteld voor de vraagstelling.⁴ Deze hypothesen beantwoorden op statistische wijze de vraagstelling.

H_0 : de geïsoleerde training en de functionele training hebben een gelijke kans op een actieve stabiliteit verbetering. In formule: p actieve stabiliteit door de geïsoleerde training = 0,5

H_1 : de geïsoleerde training en de functionele training hebben een ongelijke kans op een actieve stabiliteit verbetering. In formule: p actieve stabiliteit door de geïsoleerde training $\neq$ 0,5

Tijdens dit onderzoek is uitgegaan van de H_1 . Tijdens de analyse wordt gekeken of de H_0 verworpen kan worden.

Wanneer de H_1 aangenomen kan worden, wordt er met behulp van nieuwe hypothesen getoetst of de geïsoleerde training meer of minder effect heeft op de actieve stabiliteit dan de functionele training.

H_0 : de geïsoleerde training heeft een kleiner effect op de actieve stabiliteit dan de functionele training. In formule: p actieve stabiliteit door geïsoleerde training $<$ 0,5

H_1 : de geïsoleerde training heeft een groter effect op de actieve stabiliteit dan de functionele training. In formule: p actieve stabiliteit door geïsoleerde training $>$ 0,5

Ook bij deze hypothesen wordt er uitgegaan van de H_1 . Wanneer de H_0 verworpen kan worden, worden beide H_1 hypothesen aangenomen.

In het volgende hoofdstuk wordt de toegepaste methode van het onderzoek beschreven.

Hoofdstuk 2

Methode

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de methode besproken van het vergelijkend onderzoek in experimentele setting dat doorlopen is voor het onderzoek naar training van de enkelstabiliteit. Het onderzoek bestond uit twee delen, namelijk een literatuurstudie en een pilotstudy.

2.2 Literatuurstudie

Er is een literatuurstudie uitgevoerd met als doel meer informatie te verzamelen omtrent voorgaande onderzoeken die betrekking hadden op de pilotstudy en om een compact doch compleet theoretisch kader voor de pilotstudy samen te stellen.

2.2.1 Zoekstrategie artikelen

In het project plan is een concrete vraagstelling geformuleerd. Deze vraagstelling is als leidraad gebruikt voor het formuleren van gecontroleerde zoekwoorden en het verzamelen van literatuur.

2.2.1.1 Formuleren zoekwoorden (stap 1)

De volgende (combinatie van) zoekwoorden en booleans (Nederlandstalig en Engelstalig) zijn gebruikt om gericht naar literatuur te zoeken (tabel 1).

Tabel 1: Zoekwoorden

	<i>Nederlands</i>	<i>Engels</i>
<i>Zoekwoorden</i>	Enkel Stabiliteit Enkelstabiliteit Instabiliteit Stabiliteitstraining Functionele training Trainingseisen Inversietrauma Oefentol	Ankle Stability Ankle joint stability Instability (Stability)training Functional training Training requirements Inversion trauma Wobble board
<i>Booleans</i>	En	And

Er is gebruik gemaakt van de volgende geautomatiseerde zoekmachines en databestanden om relevante publicaties te identificeren, 'PubMed', 'MedLine', 'Cinahl' en 'Cochrane Library'.

2.2.1.2 Selectie artikelen (stap 2)

Als eerste werd de gevonden literatuur gescreend op titel en subtitel. De titel en/ of subtitel dienden gerelateerd zijn aan het onderwerp 'training van de actieve stabiliteit van de enkel' en te voldoen aan de inclusiecriteria. Vervolgens werd de overgebleven literatuur gescreend aan de hand van de samenvatting.

De volgende inclusiecriteria zijn opgesteld om literatuur te screenen:

- Stabiliteitstraining van de enkel wordt in het artikel beschreven;
- Recente artikelen vanaf 1990;
- Geen training waarbij de trainingsgroep bestaat uit CVA-patiënten (stroke survivors);
- Geen training als gevolg van operatieve ingrepen;
- Geen metingen waarbij gebruik is gemaakt van braces en tape;
- Geen artikelen over het ontwikkelen van trainingsapparaten.

2.2.1.3 *Methodologische beoordeling (stap 3)*

De geselecteerde literatuur in de vorm van artikelen is beoordeeld op kwaliteit en bruikbaarheid met behulp van: 'Beoordelingsformulier I Diagnostische test' en 'Beoordelingsformulier II voor het beoordelen van een Randomised Controlled Trial'.¹⁹

2.2.1.4 *Data-extractie (stap 4)*

De relevante gegevens van de literatuur die bruikbaar zijn bevonden, zijn eruit gelicht en beschreven in hoofdstuk 1. Tevens is nuttige informatie gebruikt voor het samenstellen van de pilotstudy.

2.2.2 Gebruik studieboeken

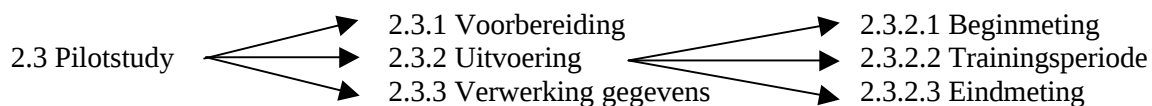
Naast artikelen is gebruik gemaakt van boeken die voor dit onderzoek relevante gegevens bevatten. Hiervoor is gebruik gemaakt van de mediatheek van de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven.

2.3 **Pilotstudy**

Naar aanleiding van de probleemstelling is er een pilotstudy opgesteld met als doel een antwoord te krijgen op de vraagstelling.

De pilotstudy bestond uit drie fases.

Fase 2 is wederom verdeeld in drie aparte delen.



2.3.1 Voorbereiding

Tijdens de voorbereidende periode zijn een aantal stappen doorlopen alvorens er gestart kon worden met de uitvoering van de pilotstudy.

2.1.1.1 Samenstellen onderzoeksprotocol

2.1.1.2 Formuleren en testen protocollen

2.1.1.3 Werving en selectie proefpersonen

2.3.1.1 *Samenstellen onderzoeksprotocol*

Er is een onderzoeksprotocol samengesteld met als doel antwoord te geven op de vraagstelling. Het onderzoeksprotocol bestond uit drie delen.

1. Een beginmeting; de mate van actieve enkelstabiliteit is bepaald.
2. Een trainingstraject; één trainingstraject trainde de actieve stabiliteit van de enkel functioneel, het andere trainingstraject trainde deze geïsoleerd.
3. Een eindmeting; na afronding van het trainingstraject heeft een eindmeting plaatsgevonden om de mate van actieve enkelstabiliteit te bepalen.

2.3.1.2 *Formuleren en testen protocollen*

Voor het uitvoeren van de beginmeting en eindmeting is een meetprotocol samengesteld. Het meetprotocol beschrijft de methode die gehanteerd is voor het meten van de actieve stabiliteit van de enkel.

Volgens Riemann¹⁷ is er verschillende meetapparatuur bruikbaar die informatie kan geven met betrekking tot de actieve stabiliteit van het enkelgewricht. Er is gekozen om gebruik te maken van de volgende meetapparatuur:

- Force Plate met bijbehorende software. Deze geeft onder andere het ‘centrum of pressure’ en de deviatie hiervan weer op de x-as en y-as. De deviatie van het ‘centrum of pressure’ is klein wanneer er een goede stabiliteit is.
De Force Plate die op de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven aanwezig is, is gemonteerd op een vlakke grondplaat. Om het hoogteverschil te overbruggen is er een plankier om het platform gemaakt. De Force Plate ligt volkomen vrij van het plankier om ongewenste trillingen te voorkomen.
Voor de instellingen van de Force Plate wordt verwezen naar bijlage 11.
- Videoanalyse met bijbehorende software. Hiervan is gebruik gemaakt om hoeksveranderingen tussen onderbeen en voet waar te nemen. Deze hoeksverandering is klein wanneer er sprake is van een stabiel enkelgewricht.
Voor de instellingen van de Videoanalyse wordt verwezen naar bijlage 12.
- Meting met de Myoton met bijbehorende software. Deze is gebruikt om frequency, decrement en stiffness van een spier te meten. Deze factoren zijn van belang bij het berekenen van de actieve stabiliteit van het enkelgewricht.
Voor de instellingen van de Myoton wordt verwezen naar bijlage 13.

Voor een beschrijving van de gebruikte meetapparatuur wordt er verwezen naar het theoretisch kader paragraaf 1.4, voor een beschrijving van het meetprotocol wordt verwezen naar bijlage 7.

Na de beginmeting hebben de proefpersonen een trainingstraject doorlopen. Voor zowel de functionele actieve stabiliteitstraining als de geïsoleerde actieve stabiliteitstraining is een trainingsprotocol opgesteld.

Voor het samenstellen van de protocollen is gebruik gemaakt van literatuur gecombineerd met kennis en ervaring van een ervaringsdeskundige en eigen kennis en ervaring.^{6,18}

Voor het trainingstraject van de functionele actieve stabiliteitstraining is gebruik gemaakt van:

- Een oefentol
- De uitvalspas

Voor het trainingstraject van de geïsoleerde actieve stabiliteitstraining is gebruik gemaakt van:

- De PhysioFlip geplaatst op een verstelbaar voetenbankje.

Nadat de protocollen zijn opgesteld zijn deze getest op praktische uitvoerbaarheid en intensiteit. Voor een specifieke beschrijving van de gehanteerde trainingsprotocollen wordt er verwezen naar bijlage 8 voor het functionele trainingsprotocol en bijlage 9 voor het geïsoleerde trainingsprotocol.

2.3.1.3 *Werving en selectie proefpersonen*

Voor de pilotstudy zijn gezonde personen benaderd op de volgende wijzen:

- Wervingsposters zijn verspreid door het schoolgebouw (bijlage 2);
- Wervingsmail is verspreid onder studenten, familie(bijlage 3);
- Mensen uit de omgeving zijn aangesproken.

De geïnteresseerden hebben vervolgens een informatiebrief toegezonden gekregen. Voor de informatiebrief wordt verwezen naar bijlage 4.

Aangezien het een pilotstudy betrof werd er gebruik gemaakt van een kleine populatie, acht personen per onderzoeksgroep. De groepen zijn homogeen gehouden door middel van inclusiecriteria:

- Binnen de leeftijdscategorie van 18 – 40 jaar;
- Lichaamsgewicht niet zwaarder dan 100 kilogram;
- Het afgelopen jaar geen acuut enkeltrauma;
- Geen enkelfractuur in het verleden;
- Geen operaties aan enkelgewricht in het verleden.

2.3.2 Uitvoering

Tijdens de uitvoering van de pilotstudy zijn een aantal opeenvolgende stappen doorlopen.

2.3.2.1 Beginmeting

2.3.2.2 Trainingsperiode

2.3.2.3 Eindmeting

2.3.2.1 *Begin meting*

Bij binnenkomst moesten de proefpersonen een inclusieformulier (bijlage 5) en een informed consent (bijlage 6) tekenen voordat ze deel mochten nemen aan de pilotstudy.

Vervolgens zijn ze in twee onderzoeksgroepen verdeeld volgens de ‘at random’ methode, door middel van gesloten, niet-doorzichtige enveloppen.

De proefpersonen waren gekleed in een korte (sport)broek, waardoor het volledige onderbeen ontkleed was. Tijdens de gehele meting hadden de proefpersonen blote voeten.

Vorbereiding

Voor de videoanalyse meting en voor de meting met de Myoton werden meetpunten bepaald en gemarkeerd.

Na markering is gestart met een warming-up. De proefpersonen kregen de opdracht op de lopende band warm te lopen. Voor de uitvoering van de voorbereiding wordt verwezen naar het meetprotocol in bijlage 7.

Meting

Na de warming-up mocht de proefpersoon plaats nemen op de Force Plate voor een tweetal metingen. Gedurende de meting werd de proefpersoon gevraagd met de linkervoet op de glazen plaat te gaan staan en de juiste uitgangshouding aan te nemen. Eén meting bestond uit stilstaan op de glasplaat gedurende vijftientig seconden.

Gedurende de Force Plate meting werd tegelijkertijd een video opname gemaakt. De videoapparatuur stond recht achter de Force Plate op een hoogte van eenenzeventig centimeter en een afstand van drie meter en tien centimeter. Er werd een opname van de dorsale zijde van het onderbeen en de voet gemaakt. Er is gekozen voor de dorsale zijde, omdat hierdoor de zijwaartse deviaties in het frontale vlak weergegeven worden.

Na afronding van de Force Plate en videoanalyse meting vond de meting met de Myoton plaats. Er zijn hiervoor metingen verricht waarbij de proefpersoon gevraagd werd op een behandelbank verschillende houdingen aan te nemen. Als eerste werd de norm gemeten in ontspannen situatie. Hierna vond de triple-scan meting plaats in ontspannen en gecontraheerde situatie.

Nazorg

Na afloop van de meting met de Myoton werden de markers van de huid verwijderd en was de beginmeting ten einde.

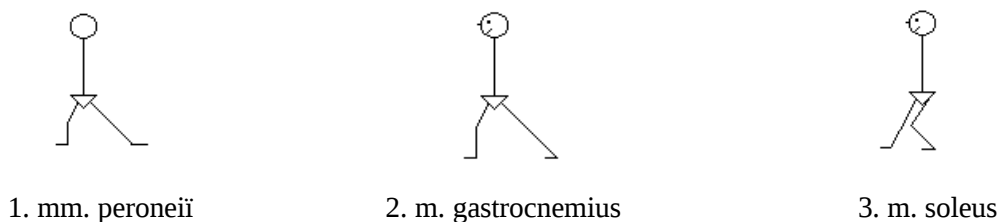
Voor het specifieke meetprotocol wordt verwezen naar bijlage 7.

2.3.2.2 Trainingsperiode

De trainingsperiode had een tijdsduur van vier weken, wat neer kwam op elf trainingen. De training vond plaats op maandag, woensdag en vrijdag, met uitwijkmogelijkheden naar dinsdag en donderdag. De tijdsduur van één training bedroeg dertig tot veertig minuten, de proefpersonen trainden zo mogelijk op vaste tijdstippen.

Warming-up

Elke training werd gestart met een warming-up gedurende tien minuten. Deze bestond uit vijf minuten trimmen in een stevig tempo en rekken van de mm. peroneïi, m. gastrocnemius en de m. soleus (figuur 6).



Figuur 6: Rekken van de spieren

- | | |
|----------------------|---|
| 1. mm. peroneïi: | Vanuit een brede spreidstand ($\pm$ één meter) werd het rechterbeen gebogen en het gewicht werd boven dit been geplaatst. Het linkerbeen bleef gestrekt met de gehele voetzool op de grond. De eerste straal van de linkervoet werd geheven waardoor rek ontstond op de laterale zijde van de voet en het onderbeen. |
| 2. m. gastrocnemius: | Vanuit stand werd met de rechtervoet een stap naar voren gezet. Het linkerbeen bleef gestrekt en de rechterknie werd gebogen waarbij beide voetzolen op de grond bleven. Er werd rek gevoeld ter hoogte van de linkerkuit. |
| 3. m. soleus | Vanuit stand werd met de rechtervoet een stap naar voren gezet. Nu bleef de rechterknie gestrekt en de linkerknie werd gebogen waarbij beide voetzolen op de grond bleven. Er werd rek gevoeld ter hoogte van de linkerkuit. |

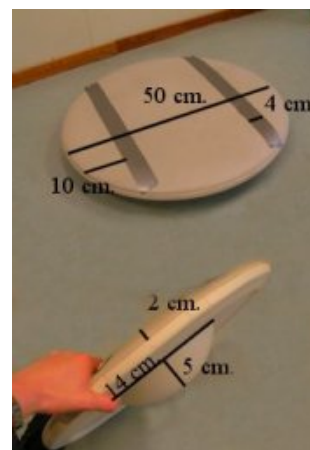
Zowel het linkerbeen als het rechterbeen werd afwisselend gerekt. Elke spier werd hierbij drie keer op rek gebracht en de rekking werd acht seconden vastgehouden.

Functioneel trainingsprotocol

Tijdens dit trainingstraject werd de actieve stabiliteit van de enkel functioneel getraind zoals dit in de fysiotherapeutische praktijk heden ten dage wordt uitgevoerd. De training bestond uit oefeningen met behulp van de oefentol en de uitvalspas. De intensiteit van de training werd per week verhoogd.

Er is voor de training met de oefentol gebruik gemaakt van een tol van het merk Enraf-Nonius met een diameter van vijftig centimeter. De diameter en hoogte van de bal zijn respectievelijk veertien en vijf centimeter. De top laag van de tol bestond uit een twee centimeter dikke laag schuim. Op het standoppervlak van de tol waren twee stroken isolatietape van vier centimeter breed geplakt ter aanduiding van de voetplaatsing. De tape was op een afstand van tien centimeter vanaf de rand op de tol geplaatst (zie figuur 7).

Voor het specifieke trainingsprotocol voor het functionele trainingstraject wordt verwezen naar bijlage 8.

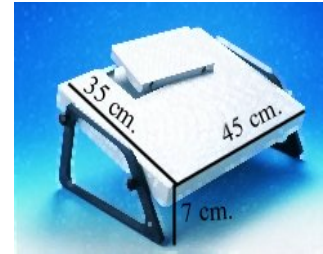


Figuur 7: Oefentol

Geïsoleerd trainingsprotocol

Tijdens dit trainingstraject werd de actieve stabiliteit van de enkel geïsoleerd getraind met behulp van de PhysioFlip geplaatst op een voetenbankje (MAUL, plateau met een lengte van vijfendertig centimeter en een breedte van vijfenveertig centimeter, zie figuur 8) dat in verschillende standen was te verstellen. De training vond in zittende positie plaats waarbij uitsluitend de actieve stabilisatoren van de enkel getraind werden. De training werd per week opgebouwd.

Voor het specifieke trainingsprotocol voor het geïsoleerde trainingstraject wordt verwezen naar bijlage 9.



Figuur 8: MAUL voetenbankje

Cooling-down

De training werd afgesloten met een cooling-down gedurende zeven minuten. Deze bestond uit twee minuten in een rustig tempo uitlopen en dezelfde spieren rekken als tijdens de warming-up. Het rekken van de spieren werd vier keer herhaald en vijftien seconden vast gehouden.

2.3.2.3 Eindmeting

Gedurende de eindmeting is hetzelfde protocol gehanteerd als tijdens de beginmeting. Er hoefde echter geen inclusieformulier en informed consent getekend te worden. Ter evaluatie is er een niet-gevalideerd enquêteformulier samengesteld, dat ingevuld diende te worden. Het enquêteformulier bestond uit vragen over het verloop van het trainingstraject. De antwoorden zijn gebruikt voor het opstellen van discussiepunten. Voor het gebruikte enquêteformulier wordt verwezen naar bijlage 14. Het doel van de eindmeting was om een vergelijking te kunnen maken met de beginmeting, om zo aan te tonen welke trainingsvorm de beste resultaten boekte. Voor meer informatie wordt verwezen naar de resultaten in hoofdstuk 3.

2.3.3 Verwerking van de gegevens

Er zijn vier verschillende metingen toegepast die in de onderstaande paragrafen worden besproken.

2.3.3.1 Force Plate

2.3.3.2 Videoanalyse

2.3.3.3 Myoton: triple scan meting

2.3.3.4 Myoton: multi-scan meting

2.3.3.1 Force Plate

De gegevens voortkomend uit de metingen met de Force Plate zijn geanalyseerd met behulp van de software Bio Analysis en getransporteerd naar SPSS voor verdere verwerking. Berekend is de Mann-Whitney U-test van de standaarddeviaties van de x-as en y-as:

- Tussen de beginmeting en eindmeting per trainingsgroep;
- Tussen de voortgang van de functionele en de voortgang van de geïsoleerde training. Om dit te kunnen berekenen dient eerst het verschil tussen de eindmeting en beginmeting berekend te zijn:
 $\text{Verskil} = \text{eindmeting} - \text{beginmeting}$

2.3.3.2 Videoanalyse

De gegevens voortkomend uit de metingen met de Videoanalyse apparatuur zijn allereerst verwerkt in SIMI°Motion. Hier zijn de beelden verwerkt en de hoeksveranderingen berekend. Vervolgens zijn in Microsoft Excel de standaarddeviaties en de gemiddelde hoeksveranderingen berekend.

Tot slot zijn de gegevens getransporteerd naar SPSS en verder verwerkt. Berekend is de Mann-Whitney U-test van de gemiddelden en standaarddeviaties:

- Tussen de beginmeting en eindmeting per trainingsgroep;
- Tussen de voortgang van de functionele en de voortgang van de geïsoleerde training. Om dit te kunnen berekenen dient eerst het verschil tussen de eindmeting en beginmeting berekend te zijn:
 $\text{Verskil} = \text{eindmeting} - \text{beginmeting}$

2.3.3.3 *Myoton: triple-scan meting*

De gegevens voortkomend uit de triple-scan met de Myoton zijn in SPSS verwerkt. Berekend is de Mann-Whitney U-test van de beschreven musculatuur en meeteenheden.

- Tussen de toename van aanspanning van de beginmeting en de toename van aanspanning van de eindmeting. Om dit te kunnen bereken dient eerst de toename tijdens aanspannen worden berekend:
Toename = gecontraheerd – ontspannen
- Tussen de voortgang van de functionele training en de voortgang van de geïsoleerde training. Om dit te kunnen berekenen dient eerst het verschil van toename tussen de eindmeting en beginmeting berekend te zijn:
Verschil = eindmeting – beginmeting

2.3.3.4 *Myoton: multi-scan meting*

De gegevens voortkomend uit de multi-scan met behulp van de Myoton, worden door het apparaat weergegeven. De software berekend de t-toets over de voorheen beschreven musculatuur en meeteenheden.

In het volgende hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek beschreven.

Hoofdstuk 3

Resultaten

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de resultaten van de Force Plate, videoanalyse en de triple-scan en de multi-scan met behulp van de Myoton besproken. De resultaten zijn met behulp van de Mann-Whitney U-test respectievelijk de t-toets geanalyseerd. Deze resultaten worden eerst besproken en vervolgens schematische weergegeven in de vorm van een tabel. Tot slot wordt het eindresultaat weergegeven.

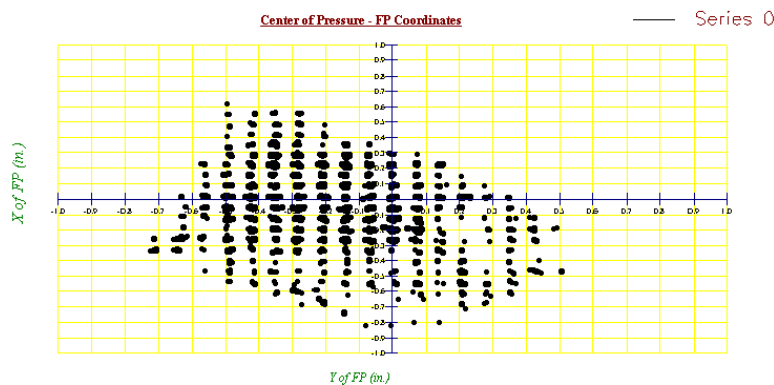
3.2 Onderzoekspopulatie

De onderzoekspopulatie bestond uit 16 proefpersonen in de leeftijdscategorie van 18 tot en met 37 jaar waarvan 6 mannelijke en 10 vrouwelijke proefpersonen. Aangezien er volgens de 'at random' methode de groepsverdeling heeft plaatsgevonden, is er geen rekening gehouden met de geslachtsverdeling. Dit met als resultaat dat de functionele groep uit 4 mannen en 4 vrouwen bestond en de geïsoleerde groep uit 2 mannen en 6 vrouwen. Tijdens het onderzoek zijn geen proefpersonen uitgevallen.

3.3 Force Plate

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de meting met behulp van de Force Plate. Er is een onderscheid gemaakt tussen de standaarddeviaties van de x-as van de beginmeting en de eindmeting, verder beschreven als waarden van de x-as. Dit is tevens gedaan met de standaarddeviaties van de y-as, verder beschreven als waarden van de y-as. Daarnaast zijn de waarden van de x-as en de waarden van de y-as tussen de verschillende trainingsgroepen vergeleken.

Het centrum of pressure is het centrum van druk van de proefpersoon op de Force Plate. Elk puntje geeft een meetmoment weer, dit is een projectie van de deviatie. Een voorbeeld van deze meting is weergegeven in figuur 9.



Figuur 9: Force Plate meting

3.3.1 Mann-Whitney U-test

3.3.1.1 Vergelijking tussen beginmeting en eindmeting per trainingsgroep

Functionele training

- Het blijkt dat de waarden van de x-as van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 16,38) van de functionele training een klein verschil maakt met de waarden van de x-as van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 16,63). Dit verschil is niet significant ($U = 126$ $p = 0,940$).
- Het blijkt dat de waarden van de y-as van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 18,16) van de functionele training een klein verschil maakt met de waarden van de y-as van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 14,84). Dit verschil is niet significant ($U=101,5$ $p=0,318$).

Geïsoleerde training

- Het blijkt dat de waarden van de x-as van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 16,38) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de waarden van de x-as van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 16,63). Dit verschil is niet significant ($U=126$ $p=0,940$).
- Het blijkt dat de waarden van de y-as van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 18,97) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de waarden van de y-as van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 14,04). Dit verschil is niet significant ($U=88,5$ $p=0,136$).

De resultaten worden in tabel 2 schematisch weergegeven:

Tabel 2: Vergelijking tussen beginmeting en eindmeting van de Force Plate, per trainingsgroep

		Functionele training	Geïsoleerde training
Waarden x-as	Gemiddelde rangordescor 1 'beginmeting'	16,38	16,38
	Gemiddelde rangordescor 2 'eindmeting'	16,63	16,63
	U	126	126
	p	0,940	0,940
	Significant verschil	Nee	Nee
Waarden y-as	Gemiddelde rangordescor 1 'beginmeting'	18,16	18,97
	Gemiddelde rangordescor 2 'eindmeting'	14,84	14,04
	U	101,5	88,5
	p	0,318	0,136
	Significant verschil	Nee	Nee

3.3.1.2 Vergelijking tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep

- Het blijkt dat de vooruitgang van de waarden van de x-as van de functionele training (gemiddelde rangordescor 15,88) een klein verschil maakt met de vooruitgang van de waarden van de x-as van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 17,13). Dit verschil is niet significant ($U=118$ $p=0,706$).
- Het blijkt dat de vooruitgang van de waarden van de y-as van de functionele training (gemiddelde rangordescor 15,16) een klein verschil maakt met de vooruitgang van de waarden van de y-as van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 17,84). Dit verschil is niet significant ($U=106,5$ $p=0,418$).

De resultaten worden in tabel 3 schematisch weergegeven:

Tabel 3: Vergelijking van de resultaten van de Force Plate tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep.

Waardes x-as	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	15,88
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	17,13
	U	118
	p	0,706
	Significant verschil	Nee
Waardes y-as	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	15,16
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	17,84
	U	106,5
	p	0,418
	Significant verschil	Nee

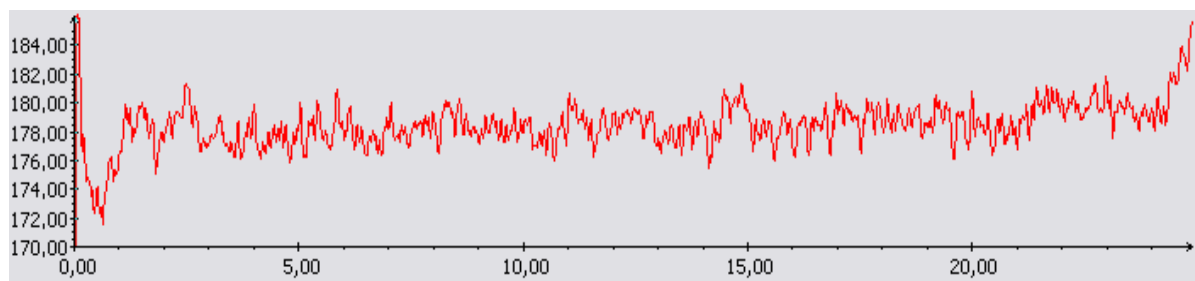
3.3.2 Samenvattend resultaat van de Force Plate

Zoals beschreven zijn er geen significante verschillen waargenomen bij de meting met de Force Plate.

3.4 Videoanalyse

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de meting met behulp van de videoanalyse. Er is een onderscheid gemaakt tussen de gemiddelden van de beginmeting en de eindmeting. Dit is tevens gedaan met de standaarddeviaties. Daarnaast zijn de gemiddelden en standaarddeviaties tussen de verschillende trainingsgroepen vergeleken.

De projectie van de hoeksveranderingen gemeten door het programma SIMI°Motion is getoond in figuur 10.



Figuur 10: Hoeksveranderingen

3.4.1 Mann-Whitney U-test

3.4.1.1 Vergelijking tussen begin en eindmeting per trainingsgroep

Functionele training

- Het blijkt dat de gemiddelde waarden van de beginmeting (gemiddelde rangordscore 15,44) van de functionele training een klein verschil maakt met de gemiddelde waarden van de eindmeting (gemiddelde rangordscore 17,56). Dit verschil is niet significant ($U=111$ $p=0,522$).
- Het blijkt dat de standaarddeviaties van de beginmeting (gemiddelde rangordscore 14,19) van de functionele training een klein verschil maakt met de standaarddeviaties van de eindmeting (gemiddelde rangordscore 18,81). Dit verschil is niet significant ($U=91$ $p=0,163$).

Geïsoleerde training

- Het blijkt dat de gemiddelde waarden van de beginmeting (gemiddelde rangordscore 17,56) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de gemiddelde waarden van de eindmeting (gemiddelde rangordscore 15,44). Dit verschil is niet significant ($U=111$ $p=0,522$).
- Het blijkt dat de standaarddeviaties van de beginmeting (gemiddelde rangordscore 17,63) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de standaarddeviaties van de eindmeting (gemiddelde rangordscore 15,38). Dit verschil is niet significant ($U=110$ $p=0,497$).

De resultaten worden in tabel 4 schematisch weergegeven:

Tabel 4: Vergelijking tussen beginmeting en eindmeting van de videoanalyse, per trainingsgroep

		Functionele training	Geïsoleerde training
Gemiddelde waarden	Gemiddelde rangordscore 1 'beginmeting'	15,44	17,56
	Gemiddelde rangordscore 2 'eindmeting'	17,56	15,44
	U	111	111
	p	0,522	0,522
	Significant verschil	Nee	Nee
Standaarddeviaties	Gemiddelde rangordscore 1 'beginmeting'	14,19	17,63
	Gemiddelde rangordscore 2 'eindmeting'	18,81	15,38
	U	91	110
	p	0,163	0,497
	Significant verschil	Nee	Nee

3.4.1.2 Vergelijking tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep

- Het blijkt dat de vooruitgang van de gemiddelde waardes van de functionele training (gemiddelde rangordescor 14,13) een klein verschil maakt met de vooruitgang van de gemiddelde waardes van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 18,88). Dit verschil is niet significant ($U=90$ $p=0,152$).
- Het blijkt dat de vooruitgang van de standaarddeviaties van de functionele training (gemiddelde rangordescor 12,38) een verschil maakt met de vooruitgang van de standaarddeviatie van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 20,63). Dit verschil is significant ($U=62$ $p=0,013$).

De resultaten worden in tabel 5 schematisch weergegeven:

Tabel 5: Vergelijking van de resultaten van de videoanalyse tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep.

Gemiddelde waardes	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	14,13
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	18,88
	U	90
	p	0,152
	Significant verschil	Nee
Standaard-deviaties	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	12,38
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	20,63
	U	62
	p	0,013
	Significant verschil	Ja

3.4.2 Samenvattend resultaat van de videoanalyse

Zoals beschreven blijkt dat er alleen in de standaarddeviaties een significant verschil bestaat tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep.

3.5 Myoton: triple-scan meting

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de triple-scan meting met behulp van de Myoton. Er is een onderscheid gemaakt tussen frequency, decrement en stiffness van de beginmeting en de eindmeting van de m. tibialis anterior, m. peroneus longus en de m. gastrocnemius caput medialis. Daarnaast zijn de frequency, decrement en stiffness van de desbetreffende spieren tussen de verschillende trainingsgroepen vergeleken.

3.5.1 Mann-Whitney U-test:

3.5.1.1 *Vergelijking tussen begin en eindmeting per trainingsgroep*

M. tibialis anterior ® *functionele training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,63) van de functionele training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,38). Dit verschil is niet significant (U=23 p=0,344).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,75) van de functionele training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,25). Dit verschil is niet significant (U=22 p=0,294).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 8,88) van de functionele training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,13). Dit verschil is niet significant (U=29 p=0,753).

M. tibialis anterior ® *geïsoleerde training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 10,25) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 6,75). Dit verschil is niet significant (U=18 p=0,141).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 7,75) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 9,25). Dit verschil is niet significant (U=25 p=0,528).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 10,25) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 6,75). Dit verschil is niet significant (U=18 p=0,141).

M. peroneus longus ® *functionele training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,00) van de functionele training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,00). Dit verschil is niet significant (U=28 p=0,674).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,81) van de functionele training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,19). Dit verschil is niet significant (U=21,5 p=0,270).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,25) van de functionele training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,75). Dit verschil is niet significant (U=26 p=0,529).

M. peroneus longus → *geïsoleerde training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,63) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,38). Dit verschil is niet significant (U=23 p=0,345).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 7,00) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 10,00). Dit verschil is niet significant (U=20 p=0,207).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 8,81) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,19). Dit verschil is niet significant (U=29,5 p=0,793).

M. gastrocnemius caput medialis → *functionele training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 8,63) van de functionele training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,38). Dit verschil is niet significant (U=31 p=0,916).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,06) van de functionele training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,94). Dit verschil is niet significant (U=27,5 p=0,636).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 8,50) van de functionele training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,50). Dit verschil is niet significant (U=32 p=1,00).

M. gastrocnemius caput medialis → *geïsoleerde training*

- Het blijkt dat de frequency van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,50) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de frequency van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,50). Dit verschil is niet significant (U=24 p=0,401).
- Het blijkt dat de decrement van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 8,25) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de decrement van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 8,75). Dit verschil is niet significant (U=30 p=0,833).
- Het blijkt dat de stiffness van de beginmeting (gemiddelde rangordescor 9,88) van de geïsoleerde training een klein verschil maakt met de stiffness van de eindmeting (gemiddelde rangordescor 7,13). Dit verschil is niet significant (U=21 p=0,248).

De resultaten worden in tabel 6 schematisch weergegeven:

Tabel 6: vergelijking tussen beginmeting en eindmeting van de triple-scan, per trainingsgroep

		Functioneel			Geïsoleerd		
		m. tibialis anterior	m. peroneus longus	m. gastrocnemius, caput med.	m. tibialis anterior	m. peroneus longus	m. gastrocnemius, caput med.
Frequency	Gemiddelde rangordescor 1 'beginmeting'	9,63	9,00	8,63	10,25	9,63	9,50
	Gemiddelde rangordescor 2 'eindmeting'	7,38	8,00	8,38	6,75	7,38	7,50
	U	23	28	31	18	23	24
	p	0,344	0,674	0,916	0,141	0,345	0,401
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Decrement	Gemiddelde rangordescor 1 'beginmeting'	9,75	9,81	9,06	7,75	7,00	8,25
	Gemiddelde rangordescor 2 'eindmeting'	7,25	7,19	7,94	9,25	10,00	8,75
	U	22	21,5	27,5	25	20	30
	p	0,294	0,270	0,636	0,528	0,207	0,833
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Stiffness	Gemiddelde rangordescor 1 'beginmeting'	8,88	9,25	8,50	10,25	8,81	9,88
	Gemiddelde rangordescor 2 'eindmeting'	8,13	7,75	8,50	6,75	8,19	7,13
	U	29	26	32	18	29	21
	p	0,753	0,529	1,00	0,141	0,793	0,248
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

3.5.1.2 Vergelijking tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep

M. tibialis anterior

- Het blijkt dat de frequency van de functionele training (gemiddelde rangordescor 9,56) een klein verschil maakt met de frequency van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 7,44). Dit verschil is niet significant ($U=23,5$ $p=0,372$).
- Het blijkt dat de decrement van de functionele training (gemiddelde rangordescor 7,13) een klein verschil maakt met de decrement van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 9,88). Dit verschil is niet significant ($U=21$ $p=0,248$).
- Het blijkt dat de stiffness van de functionele training (gemiddelde rangordescor 9,13) een klein verschil maakt met de stiffness van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 7,88). Dit verschil is niet significant ($U=27$ $p=0,600$).

M. peroneus longus

- Het blijkt dat de frequency van de functionele training (gemiddelde rangordescor 8,75) een klein verschil maakt met de frequency van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 8,25). Dit verschil is niet significant ($U=30$ $p=0,834$).
- Het blijkt dat de decrement van de functionele training (gemiddelde rangordescor 6,50) een klein verschil maakt met de decrement van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 10,50). Dit verschil is niet significant ($U=16$ $p=0,093$).
- Het blijkt dat de stiffness van de functionele training (gemiddelde rangordescor 8,25) een klein verschil maakt met de stiffness van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 8,75). Dit verschil is niet significant ($U=30$ $p=0,834$).

M. gastrocnemius caput medialis

- Het blijkt dat de frequency van de functionele training (gemiddelde rangordescor 10,50) een klein verschil maakt met de frequency van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 6,5). Dit verschil is niet significant ($U=16$ $p=0,092$).
- Het blijkt dat de decrement van de functionele training (gemiddelde rangordescor 7,81) een klein verschil maakt met de decrement van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 9,19). Dit verschil is niet significant ($U=26,5$ $p=0,563$).
- Het blijkt dat de stiffness van de functionele training (gemiddelde rangordescor 9,75) een klein verschil maakt met de stiffness van de geïsoleerde training (gemiddelde rangordescor 7,25). Dit verschil is niet significant ($U=22$ $p=0,294$).

De resultaten worden in tabel 7 schematisch weergegeven:

Tabel 7: Vergelijking van de resultaten van de triple-scan tussen de functionele en geïsoleerde trainingsgroep.

		m. tibialis anterior	m. peroneus longus	m. gastrocnemius caput medialis
Frequency	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	9,56	8,75	10,50
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	7,44	8,25	6,5
	U	23,5	30	16
	p	0,372	0,834	0,092
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee
Decrement	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	7,13	6,50	7,81
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	9,88	10,50	9,19
	U	21	16	26,5
	p	0,248	0,093	0,563
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee
Stiffness	Gemiddelde rangordescor 1 'functionele training'	9,13	8,25	9,75
	Gemiddelde rangordescor 2 'geïsoleerde training'	7,88	8,75	7,25
	U	27	30	22
	p	0,600	0,834	0,294
	Significant verschil	Nee	Nee	Nee

3.5.2 Samenvattend resultaat van de Myoton: triple-scan meting

Zoals beschreven zijn er geen significante verschillen waargenomen bij de meting met de triple-scan.

3.6 Myoton: multi-scan meting

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de multi-scan meting met behulp van de Myoton. De bij de Myoton behorende software berekent zelf de t-toets over de verschillen tussen de beginmeting en de eindmeting.

3.6.1 t-toets

In tabel 8, 9 en 10 staat weergegeven of er een significant verschil is tussen de beginmeting en de eindmeting en of dit significante verschil positief of negatief is. Een positief verschil betekend dat er voor die waarde (frequency, decrement, stiffness) een significante afname te zien is tussen de beginmeting en de eindmeting. Een significante afname van de frequency, decrement en stiffness betekend dat de spier beter getraind is.

Tabel 8: M. tibialis anterior: Vergelijking tussen de beginmeting en eindmeting van de multi-scan.

	Vershil	Functionele training	Geïsoleerde training
Frequency	Positief	4	1
	Negatief	4	6
	Geen	0	1
Decrement	Positief	3	1
	Negatief	4	5
	Geen	1	2
Stiffness	Positief	3	0
	Negatief	4	4
	Geen	1	4

Tabel 9: M. peroneus longus: Vergelijking tussen de beginmeting en eindmeting van de multi-scan.

		Functionele training	Geïsoleerde training
Frequency	Positief	2	1
	Negatief	4	7
	Geen	2	0
Decrement	Positief	5	4
	Negatief	2	3
	Geen	1	1
Stiffness	Positief	0	1
	Negatief	5	5
	Geen	3	2

Tabel 10: M. gastrocnemius caput mediale: Vergelijking tussen de beginmeting en eindmeting van de multi-scan.

		Functionele training	Geïsoleerde training
Frequency	Positief	5	4
	Negatief	2	1
	Geen	1	3
Decrement	Positief	5	5
	Negatief	2	3
	Geen	1	3
Stiffness	Positief	6	1
	Negatief	2	1
	Geen	0	6

3.6.2 Samenvattend resultaat van de multi-scan met de Myoton

Aangezien de software van de Myoton alleen aangeeft of het verschil al dan niet significant is, zijn hierover geen exacte resultaten bekend.

3.7 Eindresultaat

Uit de resultaten is gebleken dat alleen de standaarddeviaties van de videoanalyse significant verschillen tussen de geïsoleerde en functionele Trainingsgroepen.

In tabel 11 staat aangegeven welke resultaten al dan niet een significant verschil vertonen.

Tabel 11: Overzicht van verschillen

			Meting 1-2	Functioneel-geïsoleerd
Force plate	x-waardes		Nee	Nee
	y-waardes		Nee	Nee
Videoanalyse	Gemiddelde waardes		Nee	Nee
	Standaarddeviaties		Nee	Ja
Myoton (triple-scan)	m. tibialis anterior	Frequency	Nee	Nee
		Decrement	Nee	Nee
		Stiffness	Nee	Nee
	m. peroneus longus	Frequency	Nee	Nee
		Decrement	Nee	Nee
		Stiffness	Nee	Nee
	m. gastrocnemius caput medialis	Frequency	Nee	Nee
		Decrement	Nee	Nee
		Stiffness	Nee	Nee

In het volgende hoofdstuk worden de discussiepunten met betrekking tot het onderzoek toegelicht.

Hoofdstuk 4

Discussie

4.1 Inleiding

Terugkijkend op het onderzoek staan er aantal punten ter discussie, welke in dit hoofdstuk besproken worden. Ook de verklaring van de gevonden resultaten wordt in dit hoofdstuk weergegeven.

4.2 Mening

Over geïsoleerde training van de actieve enkelstabiliteit was nog geen onderzoeksliteratuur bekend. Er is een onderzoek opgesteld met de achterliggende gedachte significante verschillen aan te kunnen tonen voor de actieve stabiliteitstraining van de enkel met behulp van de Force Plate, videoanalyse en de Myoton. Dit met een tussenliggende trainingsperiode van vier weken. Uit de resultaten is echter het tegendeel gebleken. Alleen de Mann-Whitney U-test, berekend over de standaarddeviaties van de videoanalyse meting tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep, toonde een significant verschil aan.

Er zijn verschillende oorzaken aan te wijzen die mogelijk invloed hebben gehad op het niet kunnen aantonen van meer significante verschillen. Hiertoe behoren:

- Een kleine onderzoekspopulatie;
- Een onderzoekspopulatie bestaande uit gezonde proefpersonen;
- Gebruikte trainingsapparatuur;
- Laag intensieve trainingsprotocollen;
- Een korte trainingsperiode;
- Gebruikte meetapparatuur.

In paragraaf 4.3 worden deze oorzaken aangevuld met overige beperkingen en toegelicht.

Hoewel er geen significante verschillen per trainingsgroep konden worden aangetoond betekent dit niet dat er geen verschillen waren. Zowel bij de Force Plate, de videoanalyse als de Myoton meting waren wel degelijk proefpersonen die positieve resultaten lieten zien. Er waren echter ook proefpersonen die negatieve resultaten lieten zien. De beredenering achter dit gegeven is dat de meting slechts een momentopname is en niet altijd de juiste gegevens presenteert. Ook gezonde proefpersonen bewegen tijdens een balanstest.

Uit een afgenomen enquête blijkt dat verschillende proefpersonen wel degelijk het gevoel hebben gehad dat de stabiliteit van de enkel was toegenomen. Dit is echter een subjectief gegeven en daarom niet meegenomen in de conclusie.

4.3 Keuze statistische toets

Er is gekozen voor de Mann-Whitney U-test omdat:¹⁰

- Het een te kleine onderzoeksgroep betrof om de t-toets op uit te voeren;
- Het twee onafhankelijke steekproeven betrof;
- De splitsingsvariabele is nominaal, de testvariabele is interval/ratio.

4.4 Beperkingen

4.4.1 Onderzoekspopulatie

Er was gerekend op een onderzoekspopulatie van minimaal tien gezonde proefpersonen per trainingsgroep. Uit de wervingsactie zijn slechts zestien proefpersonen bereid gevonden om deel te nemen aan de pilotstudy.

Met een grotere onderzoekspopulatie kan de kans op significante verschillen tussen de onderzoeksgroepen groter zijn en is de spreiding in een grotere onderzoeksgroep kleiner waardoor de betrouwbaarheid van de resultaten toeneemt.¹⁰ Tevens zou de training bij proefpersonen met enkelinstabiliteit andere resultaten kunnen opleveren omdat er relatief meer voortgang geboekt kan worden met de trainingen dan bij gezonde proefpersonen. Bij proefpersonen met een instabiel enkelgewricht is sneller sprake van spiervermoeidheid waardoor training van het krachthuoudingsvermogen relatief meer resultaat zal opleveren.¹¹

4.4.2 Datum beginmeting

De geplande datum voor de beginmeting kon niet doorgaan omdat er nog niet de mogelijkheid was geweest om alle proefmetingen uit te voeren. Tevens bleek dat het BewegingsAnalyse Laboratorium voor die datum niet beschikbaar was. Hierdoor is de training één week later begonnen waardoor de planning om rekening te houden met de vakantie niet gerealiseerd kon worden. Als gevolg hiervan waren er enkele proefpersonen die niet het vereiste aantal trainingen van tien keer konden halen maar slechts negen keer getraind hebben.

4.4.3 Myoton

Voor uitvoering van de beginmeting en eindmeting was gekozen voor twee verschillende soorten meetapparatuur (Force Plate en videoanalyse). Echter één week voor de geplande beginmeting werd hier een nieuw meetapparaat aan toegevoegd, te weten de Myoton.

Bij het verwerken van de resultaten van de Myoton is gebleken dat er zes keer een triple-scan meting uitgevoerd diende te worden om optimale resultaten te verkrijgen. Dit was niet eerder bekend als gevolg van de late toevoeging van dit meetapparaat. Er zijn slechts twee metingen uitgevoerd (beginmeting en eindmeting) met als gevolg dat de software van de Myoton geen resultaten kon berekenen. Deze berekeningen zijn handmatig uitgevoerd.

Zoals reeds beschreven waren ook de resultaten voortkomend uit de multi-scan meting zeer divers, bestaande uit positieve en negatieve significante verschillen. Er waren hierin geen patronen herkenbaar. Toch, het totaal aan proefpersonen per trainingsgroep bij elkaar voegend (acht proefpersonen à drie meetwaardes per spier is vierentwintig waardes), kunnen er enkele voorzichtige verschillen worden aangetoond.

- De m. tibialis:
 - Bij de functionele groep laten tien van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.
 - Bij de geïsoleerde groep laten slechts twee van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.
- De m. peroneus longus:
 - Bij de functionele groep laten zeven van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.
 - Bij de geïsoleerde groep laten zes van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.
- De m. gastrocnemius:
 - Bij de functionele groep laten zestien van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.
 - Bij de geïsoleerde groep laten slechts zeven van de vierentwintig waardes een positieve verandering zien.

Een positief verschil betekend dat er voor die waarde (frequency, decrement, stiffness) een significante afname te zien is tussen de beginmeting en de eindmeting. Een significante afname van de frequency, decrement en stiffness betekent dat de spier beter getraind is.

Uit deze gegevens lijken er bij de m. tibialis anterior en de m. gastrocnemius wel degelijk verschillen gevonden te zijn. Echter, gezien het groot wisselend karakter binnen deze gegevens en omdat de bovenstaande verschillen niet significant aangetoond kunnen worden, kunnen hier geen betrouwbare conclusies uit worden getrokken.

Mogelijk is de Myoton betrouwbaarder in het weergeven van significante verschillen wanneer het gebruikt wordt bij het volgen van de voortgang van een individu.

Over de validiteit en betrouwbaarheid van de Myoton was geen literatuur voorhanden.

4.4.4 Videoanalyse

Gepland was een videoanalyse meting uit te voeren waarbij een opname werd gemaakt van de laterale en dorsale zijde van het onderbeen en de voet. Er bleek echter geen kabel aanwezig te zijn die de twee camera's met elkaar kon verbinden. Als gevolg hiervan is er alleen een opname van de dorsale zijde van het onderbeen en de voet gemaakt. Met behulp van twee camera's zouden meerdere hoeksveranderingen beter geregistreerd kunnen worden.

4.4.5 Force Plate

Anderhalve dag voor de geplande beginmeting bleek dat de software voor de Force Plate meting niet de gewenste resultaten zou weergeven. Op de ochtend van de beginmeting is hiervoor nog een ander computersysteem aangesloten dat wel de gewenste resultaten zou weergeven. Er was echter niet meer de tijd om vertrouwd te raken met deze nieuwe software met als gevolg dat er niet gemeten is met de geplande instellingen. De eindmeting heeft op dezelfde manier plaatsgevonden om zo de resultaten gelijk te houden.

Voor de verwerking van de resultaten was het aanvankelijk de opzet om zowel de gemiddelden als de standaarddeviaties van de x-as en y-as te gebruiken. Tijdens de controle van de gemiddelden, bleek echter dat deze getallen niet bruikbaar waren voor verwerking omdat de gemiddelden x-waardes en y-waardes zijn berekend vanuit het middelpunt van de Force Plate. Gezien de proefpersonen niet allemaal op precies dezelfde plek hebben gestaan tijdens de verschillende metingen, zijn deze gemiddelden niet vergelijkbaar. Hierdoor zijn alleen de standaarddeviaties gebruikt voor verdere verwerking.

4.4.6 Protocollen

Gedurende de realisatiefase is vastgesteld dat niet alle items van de reeds opgestelde protocollen haalbaar waren. Als gevolg hiervan zijn er aanpassingen gemaakt binnen de protocollen.

4.4.6.1 *Algemeen protocol*

De cooling-down bestond oorspronkelijk uit vijf minuten uitlopen, dit is bij aanvang van de eerste training in verband met tijdgebrek ingekort tot twee minuten.

4.4.6.2 *Functionele training*

Veranderingen zijn aangebracht binnen het algemene trainingsprotocol: Binnen het functionele trainingsprotocol is een wijziging aangebracht in trainingsweek vier. De tijdsduur van de oefening op de oefentol is verandert van dertig seconden naar vijftien seconden, in verband met de te hoge intensiteit van de oorspronkelijke tijdsduur.

4.4.6.3 *Geïsoleerde training*

Het oorspronkelijke plan was dat de geïsoleerde training van de actieve enkelstabiliteit plaats vond met behulp van de Foot Trottle. Het bleek dat dit trainingsapparaat niet op tijd beschikbaar was. Ter vervanging van de Foot Trottle is er gebruik gemaakt van de PhysioFlip.

Omdat er op het laatste moment is afgeweken van de training met de Foot Trottle was er niet direct een trainingsprotocol voor de PhysioFlip voorhanden. Vandaar dat een opbouw in training gedurende de eerste trainingsweek ontbrak. Tevens hebben alle proefpersonen met dezelfde Thera-Band Tubing getraind. De elasticiteit van de band bleek aan het einde van de trainingsweek sterk afgenomen te zijn. Als gevolg hiervan zijn de actieve stabilisatoren van de enkel niet optimaal getraind.

Uit de afgenomen enquête is gebleken dat de proefpersonen trainen met de PhysioFlip vaak saai vonden en zonder uitdaging. Dit kan tot gevolg gehad hebben dat ze minder gemotiveerd waren om maximaal te trainen.

De validiteit en de betrouwbaarheid van de PhysioFlip stonden niet beschreven in de literatuur. Het is daarom ook niet zeker of training met behulp van de PhysioFlip daadwerkelijk de actieve stabiliteit van de enkel traint.

4.4.7 Tijdspad

Een korte realisatiefase van tien weken heeft een grote invloed gehad op de pilotstudy. Als gevolg van de beperkte tijd is er slechts een trainingsperiode van vier weken uitgevoerd. Dit heeft waarschijnlijk als gevolg gehad, dat de verschillen tussen de beginmeting en de eindmeting klein waren. Een langere trainingsperiode had wellicht gezorgd voor grotere, eventueel significante verschillen tussen de beide meetmomenten. De literatuur laat wisselde resultaten zien over wisselende trainingsperioden. De meest gehanteerde trainingsperiode is een periode van twaalf weken.

In het volgende hoofdstuk wordt de conclusie van het onderzoek beschreven.

Hoofdstuk 5

Conclusie

5.1 Inleiding

In dit vijfde en laatste hoofdstuk worden de conclusies, voortkomende uit de resultaten, getrokken. De naar voren gekomen discussiepunten worden hierbij in acht genomen. De conclusies worden per meetmethode weergegeven.

Met behulp van deze conclusies wordt er een antwoord gegeven op de eerder opgestelde vraagstelling.

5.2 Conclusies per meetmethode

5.2.1 Force Plate

- Er is bij de x- en y-waardes *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de geïsoleerde trainingsgroep;
- Er is bij de x- en y-waardes *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de functionele trainingsgroep;
- Er is bij de x- en y-waardes *geen* significant verschil waarneembaar tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep.

5.2.2 Videoanalyse

- Er is bij de gemiddelden en de standaarddeviaties *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de geïsoleerde trainingsgroep;
- Er is bij de gemiddelden en de standaarddeviaties *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de functionele trainingsgroep;
- Er is bij de gemiddelden *geen* significant verschil waarneembaar tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep;
- Er is bij de standaarddeviaties *een* significant verschil waarneembaar tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep.

5.2.3 Myoton: triple-scan meting

- Er is bij de frequency, decrement en stiffness van de m. gastrocnemius, m. peroneus longus en m. tibialis anterior *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de geïsoleerde trainingsgroep;
- Er is bij de frequency, decrement en stiffness van de m. gastrocnemius, m. peroneus longus en m. tibialis anterior *geen* significant verschil waarneembaar tussen de beginmeting en eindmeting bij de functionele trainingsgroep;
- Er is bij de frequency, decrement en stiffness van de m. gastrocnemius, m. peroneus longus en m. tibialis anterior *geen* significant verschil waarneembaar tussen de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep.

5.2.4 Myoton: multi-scan meting

Er zijn geen patronen herkenbaar in de grote spreiding van de resultaten, voortkomend uit de multi-scan. Vandaar dat hieraan geen conclusies verbonden kunnen worden.

5.3 Beantwoording van de vraagstelling

Voor het geven van de eindconclusie wordt er antwoord gegeven op de vraagstelling.

De vraagstelling luidt:

Geeft geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip significant meer actieve stabiliteit in vergelijking met functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen?

Het antwoord luidt:

Gedurende een trainingsperiode van vier weken en met de gebruikte protocollen lijkt geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de PhysioFlip niet significant meer actieve stabiliteit te geven dan functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen.

Alleen bij de videoanalyse blijken de standaarddeviaties van de geïsoleerde trainingsgroep en de functionele trainingsgroep significant te verschillen. In dit geval heeft de geïsoleerde trainingsgroep significant meer progressie gemaakt.

Gezien de grote hoeveelheid niet-significante verschillen die in de resultaten gevonden zijn, wordt deze significantie ontkracht.

5.4 Verwerping van hypothesen

Afgeleid van de in paragraaf 5.2 getrokken conclusies kan de H_0 hypothese aangenomen worden.

De H_0 hypothese luidt:

“De geïsoleerde training en de functionele training hebben een gelijke kans op een actieve stabiliteit verbetering. In formule: p actieve stabiliteit door de geïsoleerde training = 0,5”

Hiermee wordt de H_1 hypothese, waarvan uit is gegaan tijdens het onderzoek, verworpen.

De H_1 hypothese luidt:

“De geïsoleerde training en de functionele training hebben een ongelijke kans op een actieve stabiliteit verbetering. In formule: p actieve stabiliteit door de geïsoleerde training $\neq$ 0,5”

Naar aanleiding van de getrokken conclusies resten nog een aantal aanbevelingen die beschreven worden in het volgende hoofdstuk.

Hoofdstuk 6

Aanbevelingen

6.1 Inleiding

Voor een eventueel vervolgonderzoek kan de onderzoeksgroep het volgende aanbevelen:

6.2 Pilotstudy

- Testen van verschillende trainingsprotocollen. Er is gebruik gemaakt van één opgesteld trainingsprotocol per trainingsgroep. Een apart onderzoek zou kunnen zijn verschillende protocollen voor de functionele training te testen op effectiviteit. Dit geldt tevens voor protocollen voor de geïsoleerde training.
- Gebruik maken van de Foot Trottle. Een vervolgonderzoek zou kunnen zijn het vergelijken van de effectiviteit van de training met de Foot Trottle op de actieve stabiliteit van de enkel met de effectiviteit van de functionele training op de actieve stabiliteit van de enkel. Voor het trainingsprotocol van de Foot Trottle wordt verwezen naar bijlage 16.

6.3 Onderzoekspopulatie

- Een grotere onderzoekspopulatie. Door gebruik te maken van een grotere onderzoekspopulatie zal de kans op significante verschillen tussen de onderzoeksgroepen groter worden;
- Volledige participatie van de proefpersonen. Door rekening te houden met vakanties en stages en andere verhinderingen die de proefpersoon ervan weerhoudt te trainen worden participatieproblemen voorkomen.
- Homogene onderzoeksgroepen. Door onderzoeksgroepen homogeen te houden met betrekking tot leeftijd en geslacht blijven de kansen op vooruitgang gelijk.

6.4 Trainingstraject

- Een langer trainingstraject. Door gebruik te maken van een langer trainingstraject zal de kans op significante verschillen tussen de onderzoeksgroepen vergroten. De onderzoeksgroep raadt een trainingsperiode van twaalf weken aan;
- Vastleggen van de verwachtingen. Door duidelijk vast te leggen wat de verwachtingen (trainingsfrequentie etc.) van de proefpersonen zijn, worden problemen voorkomen.

6.5 Trainingsapparaten

- PhysioFlip testen op validiteit en betrouwbaarheid. De validiteit en betrouwbaarheid van de PhysioFlip is niet bekend. Hiernaar dient onderzoek verricht te worden.
- Foot Trottle testen op validiteit en betrouwbaarheid. De validiteit en betrouwbaarheid van de Foot Trottle is niet bekend. Hiernaar dient onderzoek verricht te worden.

Bronnenlijst

Boeken en readers

1. Kapandji, I. A. (1986). *Bewegingsleer*. Deel II de onderste extremiteit. Utrecht/ Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema
2. Lohman Dr. A.H.M (2004). *Vorm en beweging*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum
3. Goodsell, A. (1995). *Fitness-wijzer*. Voor het samenstellen van een persoonlijk trainingsschema. Houten: Van Dishoeck
4. Brinkman, J. (2001) *Cijfers Spreken*. Statistiek en methodologie voor Hoger Onderwijs. Groningen/ Houten: Wolters-Noordhoff
5. Burgerhout, W. G. e.a.(1998) *Fysiologie*. Leerboek voor paramedische opleidingen. Maarsen: Elsevier/Bunge
6. Gestel, J.L.M. (1997) *Trainingsleer en inspanningsfysiologie voor de paramedicus 1*. Training van spierkracht en spierfunctie. Houten/Zaventem: Bohn Stafleu Van Loghum
7. Docenten vakgroep Bewegingstherapie (2000). *Bewegingstherapie*. Reader onderwijsperiode 01 en 02. Eindhoven: Fontys Paramedische Hogeschool, opleiding Fysiotherapie
8. Franssen, J.L.M. (1995). *Handboek oppervlakte-electro-myografie*. Utrecht: De Tijdstroom
9. Hendrikx, G. e.a. (2004) *HenSo 2004*. Ontwerp en vervaardig een trainingsapparaat voor de extrinsieke voetspieren. Eindhoven: Fontys Paramedische Hogeschool
10. Baarda, D. e.a. (2003) *Basisboek statistiek met SPSS*. Handleiding voor het verwerken en analyseren van en rapporteren over (onderzoeks)gegevens. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff

Handleidingen en richtlijnen

11. Bie, R. A., de, e.a. (2003) *KNGF-richtlijn chronisch enkelletsel*. Supplement bij het Nederlands tijdschrift voor Fysiotherapie, 2
12. Hilsen, *Geef Je Voeten De Beste Start*. PhysioFlip, een hele stap vooruit! Oudewater
13. Vain, A. (2002) *Myometry in the diagnostics of functional state of skeletal muscles*. Leende
14. Vain, A. (2005) *Analytical tools of Myoton*. Versie 2.2. Leende
15. Jussen, E. (1999) *Krachtenplatform*. werking, gebruik en toepassing. Den Bosch
16. SIMI Reality Motion Systems. *Handleiding SIMI°Motion 7.0*

Artikelen

17. Riemann, B.L. e.a. (2002). Sensorimotor System Measurement Techniques. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 85-98
18. Wester, J.U. e.a. (1996). Wobble Board Training After Partial Sprains of the Lateral Ligaments of the Ankle: A Prospective Randomised Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 5, 332-336.

Websites

19. <http://www.cochrane.nl>

Bijlagen

Bijlage 1	Projectplan
Bijlage 2	Wervingsposter
Bijlage 3	Mail proefpersonen werving
Bijlage 4	Informatie brief
Bijlage 5	Inclusie criteria formulier
Bijlage 6	Informed consent
Bijlage 7	Meetprotocol
Bijlage 8	Protocol functionele training
Bijlage 9	Protocol geïsoleerde training
Bijlage 10	Musculatuur die de actieve stabiliteit waarborgt
Bijlage 11	Instellingen en screenshots van de Force Plate met behulp van Biodaq
Bijlage 12	Instellingen en screenshots van de videoanalyse met behulp van SIMI°Motion
Bijlage 13	Instellingen en screenshots Myoton
Bijlage 14	Enquête proefpersonen
Bijlage 15	De operante definities met betrekking tot de vraagstelling
Bijlage 16	Protocol geïsoleerde training met behulp van de Foot Trottle

Bijlage 1 Projectplan

AFSTUDEERPROJECT 19

0. PROJECT

0.1 **Titel project** Geïsoleerde training van de actieve stabiliteit van de enkel

0.2 **Namen deelnemende studenten** Mariam Popal
Marleen Steenbergen
Carola Stork
Lotte Verschragen

E-mail adres: enkelstabiliteit@yahoo.com

0.3 **Datum** 1 april 2005
Versie 8

1. PROJECTLEIDER/OPDRACHTGEVER

1.1 **Organisatie** Fontys Paramedische Hogescholen Eindhoven
afd. Fysiotherapie en Podotherapie

1.2 **Opdrachtgever** Dhr. T. de Lange
Docent begeleider Mevr. M. Poppema
Methodologisch begeleider Mevr. M. Veeger

2. PROBLEEMOMSCHRIJVING

2.1 Achtergrond

2.1.1 Voorgeschiedenis

In november 2004 is er een apparaat genaamd de “Foot Trottle” ontwikkeld door studenten Bewegingstechnologie aan de Hogeschool Den Haag in samenwerking met Dhr. T. de Lange, docent aan de Fontys Paramedisch Hogeschool Eindhoven afdeling Podotherapie. Aanleiding voor de ontwikkeling van dit apparaat was een apparaat te ontwikkelen dat voldoet aan de huidige eisen en wensen vanuit de fysiotherapie om de extrinsieke onderbeenspieren te trainen. Het doel van het apparaat is de actieve stabiliteit van de enkel te trainen.

De Foot Trottle traint geïsoleerd de spierkracht van de onderbeenmusculatuur die de actieve stabiliteit van het enkelgewricht driedimensionaal waarborgt. De Foot Trottle is een vervolg op de al bestaande Fysioflip, deze traint ook de spierkracht van de onderbeenspieren maar enkel ééndimensionaal. De Foot Trottle is ontwikkeld als alternatief voor functionele balansoefeningen die een persoon moet uitvoeren als er sprake is van enkelinstabiliteit. Met de Foot Trottle is het mogelijk om in zittende positie de onderbeenspieren op kracht te trainen.

Met geïsoleerde spierkrachttraining wordt bedoeld dat alleen de spierkracht van de stabilisatoren van de enkel worden getraind zonder daarbij andere spieren te trainen. De spieren die de stabiliteit van de enkel waarborgen zijn: m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, mm. peroneï (longus, brevis), m. triceps surae (gastrocnemius, soleus), m. plantaris (in verband met beperkte functie te verwaarlozen), m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. extensor digitorum longus, m. extensor hallucis longus.^{1,2}

2.1.2 Het probleem

Uit gesprekken met Dhr. T. de Lange is gebleken dat er tot nu toe geen onderzoek is geweest naar de effectiviteit van de Foot Trottle. Ook is er nog niet onderzocht of training met de Foot Trottle effectiever is dan functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel. Met functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel wordt bedoeld dat er actief getraind gaat worden. Voor de training wordt gebruik gemaakt van oefeningen die de dagelijkse praktijk zo goed mogelijk simuleren. Deze oefeningen worden vooraf geselecteerd. De proefpersonen worden getraind met behulp van de oefeningen uit het protocol (zie protocol).

De opdrachtgever, (Dhr. T. de Lange) mede ontwikkelaar van de Foot Trottle, wil graag weten of de Foot Trottle een alternatief kan zijn, of effectiever is dan de functionele actieve stabiliteitstraining.

2.1.3 Relevantie

Zoals al vermeld in paragraaf 2.1.2 is de vraag of de Foot Trottle een alternatief is voor het trainen van de actieve functionele stabiliteit effectiever is ten aanzien van de stabiliteit dan de functionele actieve stabiliteitstraining. Dit kan relevant zijn voor de fysiotherapie maar ook voor de wetenschap. Voor de fysiotherapie kan het zijn dat de Foot Trottle een aanvulling of alternatief biedt bij de behandeling van enkelinstabiliteitsklachten. Voor de wetenschap kan het zijn dat de Foot Trottle zijn beoogde functie waarmaakt.

2.2 Probleemstelling

Geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de Foot Trottle geeft significant meer stabiliteit ten opzichte van functionele actieve stabiliteitstraining bij gezonde proefpersonen en biedt zo een aanvulling op of alternatief voor de huidige behandeling.

2.3 Vraagstelling(en)

Hoofdvraag

Geeft geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel door middel van de Foot Trottle significant meer actieve stabiliteit in vergelijking met functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel bij gezonde proefpersonen?

2.4 Operante definities

Foot Trottle: het betreft een apparaat dat de spierkracht van de onderbeenmusculatuur geïsoleerd traint met als doel de actieve stabiliteit van de enkel te vergroten.

Actieve Stabiliteit: deze wordt gewaarborgd door stabiliserende (fixerende) spieren.¹

Geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel: training met de Foot Trottle.

Functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel: functionele Evidence Based oefeningen.³

Gezonde proefpersonen: zie paragraaf 5.1.3.

3. DOELSTELLING

Een vier weken durende training met behulp van de Foot Trottle geeft significant meer actieve stabiliteit van de enkel dan de vier weken durende functionele actieve stabiliteitstraining bij gezonde proefpersonen.

4. PROJECTPRODUCT(EN)

Groepsproducten:

Onderzoeksverslag

Presentatie

Individueel product:

Evaluatie verslag

5. METHODE

Het onderzoek zal bestaan uit een literatuurstudie die wordt beschreven in paragraaf 5.1 en een pilotstudy die wordt beschreven in paragraaf 5.2.

5.1 Literatuurstudie

5.1.1 Bronnen

Catalogi:

Voor het zoeken naar literatuur worden de catalogus van de computer van de mediatheek van Fontys Hogescholen Eindhoven (VUBIS) en van de Koninklijke Universiteit Nijmegen gebruikt.

Databanken op internet:

Op het internet wordt gezocht via de databanken PubMed, MedLine, Cinahl en Cochrane Library.

Keyfigures:

Opdrachtgever: Mijnheer T. de Lange.

5.1.2 Zoekstrategieën

Trefwoorden	enkel, stabiliteit, enkelstabiliteit, instabiliteit, stabiliteitstraining, functionele training, trainingseisen, inversietrauma, oefentol.
Keywords	ankle, ankle joint, stability, instability, training, functional training, training requirements, inversion trauma, wobble board, ankle disk.
Booleans	en + and

5.1.3 In- en exclusiecriteria opstellen

Bij de literatuurstudie wordt uitgegaan van Nederlands- en Engelstalige literatuur. Ten eerste wordt de gevonden literatuur gescreend op titel en subtitel. De titel en/of subtitel moet gerelateerd zijn aan het onderwerp ‘training van de actieve stabiliteit van de enkel’ en voldoen aan de in- en exclusiecriteria. Vervolgens wordt de overgebleven literatuur gescreend aan de hand van de samenvatting.

Inclusiecriteria	• Stabiliteitstraining van de enkel • Recente artikelen vanaf 1990
Exclusiecriteria	• CVA-patiënten (stroke survivors) • Vergroten van de stabiliteit door middel van een operatieve ingreep • Gebruik van braces en tape • Artikelen over ontwikkelen van trainingsapparaten

5.1.4 Beoordelen van de gevonden literatuur

Gevonden literatuur in de vorm van artikelen wordt beoordeeld met behulp van:

‘beoordelingsformulier I diagnostische test’ of ‘Beoordelingsformulier II voor het beoordelen van een Randomised Controlled Trial’.

Na het beoordelen kunnen er artikelen afvallen, die niet valide en betrouwbaar zijn met betrekking tot het onderzoek.

5.1.5 Data-extractie en data-analyse

Nadat de betreffende literatuur bruikbaar bevonden is, worden de relevante gegevens eruit gelicht en beschreven in het onderzoeksverslag.

5.2 Pilotstudy:

Naar aanleiding van de probleemstelling wordt er een pilotstudy opgesteld met als doel een antwoord te vinden op de hoofdvraag.

Een geselecteerde groep proefpersonen doorloopt een trainingstraject met als doel de stabiliteit van de enkel te vergroten. Er zijn twee verschillende trainingstrajecten, één traject traint de actieve stabiliteit geïsoleerd, het andere traject traint deze functioneel.

Het doel is aan te tonen welk trainingstraject de beste resultaten boekt. Om dit vast te kunnen stellen wordt er gestart en geëindigd met een meting om de mate van actieve stabiliteit te bepalen.

Dit geschiedt door middel van:

- Force Plate meting: de deviatie van het lichaamszwaartepunt (centrum of pressure) wordt gemeten, deze gegevens worden gebruikt om de maat van stabiliteit vast te stellen;
- Videoanalyse: door middel van een video-opname van de dorsale zijde van het onderbeen en voet worden hoekveranderingen in het enkelgewricht geregistreerd;

Ter ondersteuning van de meting wordt gebruik gemaakt van de Myoton.: dit is een nieuw apparaat en meet de frequency, decrement en stiffness van spieren. Door de beginmeting en eindmeting kan de eventuele veranderingen in frequency, decrementen stiffness bepaald worden. Als blijkt dat de gegevens van de Force Plate en / of van de videoanalyse niet bruikbaar zijn, worden de gegevens van de Myoton verwerkt.

Procedure:

De pilotstudy start 8 april.

Meetprotocol zie bijlage 1.

Algemeen trainingsprotocol

- Proefpersonen dienen sportkleding en sportschoenen te dragen.
- Training vindt zo mogelijk plaats op de maandag, woensdag en vrijdag. Uitwijking naar andere dagen is mogelijk.
- Één training duurt dertig-veertig minuten.
- Waar mogelijk worden vaste tijden aangehouden.
- De trainingsperiode duurt vier weken.
- Gedurende de trainingsperiode is maximaal één verzuimdag toegestaan.
- Iedere training start met een warming-up.⁴
- De training⁵ vindt plaats (functionele training⁶ zie bijlage 2, geïsoleerde training zie bijlage 3)
- Iedere training eindigt met een cooling-down.⁴

Proefpersonen:

Voor de pilotstudy worden gezonde personen benaderd. Deze personen worden in twee onderzoeksgroepen verdeeld volgens de “at random” methode, doormiddel van gesloten, niet-doorzichtige enveloppen. Aangezien het een pilotstudy betreft wordt er gebruik gemaakt van een kleine onderzoeksgroep met minimaal 10 personen.

Om de onderzoeksgroepen homogeen te houden moeten de proefpersonen voldoen aan de volgende in- en exclusiecriteria (bijlage 4):

- Binnen de leeftijdscategorie van 18 tot veertig jaar;
- Lichaamsgewicht niet zwaarder dan honderd kilogram;
- Het afgelopen jaar geen acuut enkeltrauma;
- Geen enkelfractuur in het verleden.

De proefpersonen worden op de volgende wijzen benaderd:

- Wervingsposters verspreiden (bijlage 5);
- Wervingsmail/ brieven verspreiden onder studenten;
- Mensen uit omgeving aanspreken.

Alle proefpersonen ondertekenen een informed consent (bijlage 6)

Gegevens verzamelen:

- Incluseren proefpersonen: de proefpersonen worden geïncludeerd aan de hand van een inclusieformulier, waarop alle inclusiecriteria zijn aangegeven.
- Beginmeting en eindmeting: met behulp van de Force Plate, video-apparatuur en Myoton.

Apparatuur:

Te gebruiken apparatuur:

- Foot Trottle;
- Bij Foot Trottle behorende computer en software;
- Oefentol;
- Force Plate;
- Bij de Force Plate behorende computer en software;
- Video-apparatuur;
- Bij de video-apparatuur behorende computer en software;
- Myoton;
- Bij de Myoton behorende computer en software.

Verwerking gegevens:

De gevonden gegevens omtrent de beginmeting en eindmeting worden verwerkt in het computerprogramma SPSS en Microsoft Excel.

6. BEHEERSASPECTEN

6.1 Kwaliteitseisen:

6.1.1 Randvoorwaarden:

- Het product en verslag moeten samen weerspiegelen dat studenten hieraan per persoon ongeveer 550 uur hebben gewerkt. Zie verder de Onderwijs- en Examen Regeling (OER), Opleiding voor Fysiotherapie
- Het product komt altijd tot stand via vooronderzoek:
 - Literatuuronderzoek. Dit moet sturend zijn voor de ontwikkeling van het product en aantoonbaar in het verslag.
 - Gebruikte literatuur is relevant en/ of recent en van hoge (internationale) kwaliteit en moet zoveel mogelijk Evidence Based zijn.
- Het product heeft zoveel mogelijk een innovatief karakter en heeft fysiotherapeutische meerwaarde.
- Het verslag voldoet altijd aan de volgende eisen:
 - Vorm: conform de richtlijnen van de Opleiding, te lezen in bijlage 12 van de studiehandleiding OP11-16 Afstudeerprojecten.
 - Omvang: onderzoeksverslag (is tegelijk product) = ongeveer 40-60 pagina's exclusief bijlagen.
 - Lay-out: Titelpagina, voorwoord, korte samenvatting, summary, inhoudsopgave, inleiding, methode, resultaten, discussie, conclusie, literatuurlijst en de bijlagen. De Bijlagen bevat definitief projectplan, protocol, contract met opdrachtgever, hand-out van de presentatie, gebruikte artikelen.

6.1.2 Ontwerpbeperkingen:

- Omdat onze proefpersonen moeten kunnen trainen vallen de vakanties ongunstig.
- Er is nog weinig data beschikbaar over het nieuw ontwikkelde apparaat.
- Afhankelijk van de bereidwilligheid van de proefpersonen.

6.1.3 Functionele eisen:

Een onderzoeksvraag met antwoord op de door ons gestelde hoofdvragen en subvragen. +/- 400 SBU per persoon.

6.1.4 Operationele eisen:

- Het onderzoek wordt uitgevoerd op het BewegingsAnalyse laboratorium van de Fontys paramedische Hogeschool afdeling Podotherapie te Eindhoven.
- Gebruik van medische terminologie, voldoende diepgang.
- Uitleg gebruik Foot Trottle, Force Plate, Videoanalyse en Myoton.

6.2 Tijdpad

6.2.1: Deadline schema:

Datum	Activiteit	Wie
13-1-2005	1 ^e versie projectplan	Allen
28-1-2005	2 ^e versie projectplan	Allen
7-4-2005	Definitief projectplan	Allen
2-6-2005	Eindproduct	Allen
6-6 t/m 22-6-2005	Proefpresentatie	Allen
9-6-2005	Individueel evaluatieverslag	Allen
9-6 t/m 21-6-2005	Individueel gesprek	Individueel+begeleiders
14-6-2005	Beoordeling eindproduct	Begeleiders
22-6-2005	presentatie	Allen
23-6-2005	Eindcijfer	Begeleiders

*Overgenomen van internet

6.2.2: Ons schema met het deadlineschema (dikgedrukt) er in verwerkt:

Datum	Activiteit	Wie
9-12-2004	Voorbespreking	Carola, Lotte, Marleen
16-12-2004	Opzet projectplan versie 1	Allen
23-12-2004	Definitief projectplan versie 1 inleveren	Carola, Mariam, Marleen
6-1-2005	Overleg voortgang	Allen
13-1-2005	1^e versie projectplan inleveren	
13-1-2005	Gesprek docentbegeleider	Allen+ Marjolijn
20-1-2005	Definitief projectplan versie 2 inleveren	Lotte en Marleen
	Workshop literatuuronderzoek	Carola en Mariam
27-1-2005	14.00u Gesprek opdrachtgever	Allen
	17.30u Gesprek docentbegeleider	Mariam en Marleen
28-1-2005	2^e versie projectplan inleveren	
3-2-2005	Zoeken naar Evidence Based artikelen	Carola en Lotte
	Projectplan versie 3	Mariam en Marleen
17-2-2005	Bespreking literatuur en versie 2 Bespreking met Marjolijn	Lotte, Mariam en Marleen + Marjolijn
24-2-2005	Projectplan versie 4	Allen
03-3-2005	Projectplan versie 5	Allen
	Gesprek Ton de Lange	
10-3-2005	Afspraak in het BAL	Allen + Sven
	Afspraak met Marjolijn	Allen+ Marjolijn
17-3-2005	Protocollen, projectplan versie 6	Allen
24-3-2005	Workshop experimenteel OZ	Mariam en Marleen
	afspraken Sven en Marjolijn	Carola en Lotte

6.2.3: Planning:

Week	Activiteit
12	Poster maken Studenten werven via mail Workshop
13	Go krijgen Proefpersonen informatie Lokalen reserveren Testen protocollen Taken verdeling bespreken
14	Verslag: inleiding, methode Vrijdag begin meting
15	Training week 1 ma-wo-vr Verwerken gegevens di-do Verslag: inleiding, methode di-do
16	Training week 2 ma-wo-vr Verwerken gegevens di-do Verslag : inleiding, methode corrigeren
17	Training week 3 ma-wo-vr Verslag resultaten
18	Training week 4 ma-wo-vr Verslag resultaten
19	Maandag eindmeting Verwerking eind gegevens Verslag: resultaten en discussie
20	Verslag: resultaten en discussie, conclusie
21	Verslag: corrigeren
22	Donderdag verslag inleveren

6.3 Begeleiding:

6.3.1: Docentbegeleider:

Marjolijn Poppema

Zie hiervoor studiehandleiding, afstudeerprojecten.

6.3.2: Methodologisch begeleider:

Monica Veeger

Zie hiervoor studiehandleiding, afstudeerprojecten.

6.4 Begrote kosten:

6.4.1 Deel gedragen door de opdrachtgever:

6.4.2 Deel gedragen door de studenten:

Kopieerkosten ± € 50,00

Printkosten ± € 100,00

Totaal: ± € 150,00

7. LITERATUURLIJST

7.1 Boeken en readers

1. Kapandji, I. A. (1986). *Bewegingsleer*. Deel II de onderste extremiteit. Utrecht/ Antwerpen, Bohn, Scheltema & Holkema
2. Lohman Dr. A.H.M (2004). *Vorm en beweging*. Houten, Bohn stafleu van loghum.
3. Docenten vakgroep Bewegingstherapie (augustus 2000). *Bewegingstherapie*. Reader onderwijsperiode 01 en 02. Eindhoven: Fontys Paramedische Hogeschool, opleiding Fysiotherapie
4. Goodsell, A. (1995). *Fitness-wijzer*. Voor het samenstellen van een persoonlijk trainingsschema. Houten, Van Dishoeck
5. Docenten vakgroep Bewegingstherapie (augustus 2000). *Krachttraining*. Reader onderwijsperiode 09. Eindhoven: Fontys Paramedische Hogeschool, opleiding Fysiotherapie

7.2 Artikelen

6. Wester, J.U. e.a. (1996). Wobble Board Training After Partial Sprains of the Lateral Ligaments of the Ankle: A Prospective Randomised Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 5, 332-336.

8. Bijlagen

Meet protocol (bijlage 7)

Protocol functionele training (bijlage 8)

Protocol geïsoleerde training (bijlage 9)

In- en exclusie criteria formulier (bijlage 5)

Wervingsposter (bijlage 2)

Informed consent (bijlage 6)

Deze zijn verwerkt in de bijlage van het projectverslag, tussen haakjes de werkelijke bijlagen.

Bijlage 2 Wervingsposter

Beste studenten,

Wij, 4^e jaars studenten fysiotherapie, zijn bezig met een afstudeerproject.

We gaan een nieuwe trainingsmethode voor de enkelstabiliteit aan een proef onderwerpen.

Hiervoor hebben we enkels nodig. Jouw enkels!!!!

Je zou ons enorm uit de brand helpen door met ons te gaan trainen.

We zoeken mensen met gezonde enkels.

Heb je interesse, mail dan naar:
enkelstabiliteit@yahoo.com

Hopelijk horen we snel van je,

Carola
Lotte
Mariam
Marleen

Bijlage 3 Mail proefpersonen werving

Beste studenten,

Wij, 4e jaars studenten fysiotherapie, zijn bezig met een afstudeerproject in opdracht van opleiding podotherapie. We gaan een nieuwe trainingsmethode voor de enkelstabiliteit aan een proef onderwerpen.

Hiervoor hebben we enkels nodig. Jouw enkels!!!!

Je zou ons enorm uit de brand helpen door met ons te gaan trainen. We zoeken mensen met gezonde enkels.

Heb je interesse, mail dan naar: enkelstabiliteit@yahoo.com

Hopelijk horen we snel van je,
Carola
Lotte
Mariam
Marleen

Ps. Heb je interesse druk niet op beantwoorden maar maak een nieuwe mail aan naar enkelstabiliteit@yahoo.com

Bijlage 4 Informatiebrief

Beste geïnteresseerde,

Bedankt voor het reageren op ons voorgaande bericht. Deze brief is bedoeld als aanvullende informatie met betrekking tot het onderzoek.

Zoals vermeld gaan we een nieuwe trainingsmethode met betrekking tot de enkelstabiliteit aan een proef onderwerpen. Dit houdt in dat er getraind gaat worden. Ons onderzoek bestaat uit twee trainingsvormen: één volgens de nieuwe methode en één volgens de methode die momenteel in fysiotherapeutische praktijken gebruikt wordt.

Nieuwe methode Deze training wordt zittend uitgevoerd. De linker voet wordt op een apparaat geplaatst en je krijgt opdrachten in welke richting je je voet moet bewegen. Gedurende de vier weken wordt de intensiteit opgevoerd.

Methode fysio praktijk Er wordt gestart met een oefening op de oefentol. (Ronde plank met een halve bal er onder) Vervolgens wordt er een uitvalspas gemaakt. (Sprong naar voren op één voet) Ook hier wordt de intensiteit gedurende de vier weken opgevoerd.

Om resultaten te boeken gaan we vier weken trainen en wel drie keer per week. Dit lijkt wel veel, maar tijdens de trainingen zal er gezorgd worden voor versnaperingen en gezelligheid, zodat de tijd zal vliegen!

Er wordt bij voorkeur getraind op de maandag, woensdag en vrijdag. Eventueel kan er uitgeweken worden naar andere dagen. Per training vragen wij ± een half uurtje van je tijd.

Je wordt 'at random' ingedeeld in één van de twee trainingsgroepen. Dit wil zeggen dat noch jij noch wij er iets over te zeggen hebben in welke groep dat je terecht komt.

Aan het begin en het eind van de trainingsperiode (vier weken) vindt een meting plaats. Je moet dan op één voet op een platform gaan staan en gedurende 20 seconden zo stil mogelijk blijven staan. De beginmeting is gepland op vrijdag 8 april.

Bijgevoegd is een inclusieformulier. Wij willen je vragen dit formulier in te vullen, zodat we kunnen bepalen of je bij ons onderzoek betrokken kan worden.

Tevens willen we je vragen aan te geven wat voor jou de beste tijden/ dagen zijn om te komen trainen zodat we hiervoor een planning kunnen maken.

Groeten

Carola Stork
Lotte Verschragen
Marleen Steenbergen
Mariam Popal

4^e jaars studenten Fysiotherapie

Bijlage 5 Inclusie criteria formulier

Naam: M / V

Geboortedatum:-....-.....

Gewicht: ...kilogram

1. Heeft u in het verleden operaties aan de enkel/ voet ondergaan? JA / NEE
Zo ja, geef toelichting....

2. Heeft u in het afgelopen jaar een trauma opgelopen aan de enkel/ voet? JA / NEE
Zo ja, geef toelichting....

3. Heeft u in het verleden uw enkel/ voet gebroken? JA / NEE
Zo ja, geef toelichting....

4. Zijn er andere naar uw mening relevante gegevens, die betrekking hebben op de enkel en dus eventueel op ons onderzoek? (Bijv. littekens, diabetes, bloedvatproblemen?)

Bijlage 6 Informed consent

Dit is het formulier waarmee u aangeeft deel te willen nemen aan het onderzoek dat actieve geïsoleerde (Foot Trottle) en actieve functionele stabiliteitstraining van de enkel vergelijkt.

Door het ondertekenen van deze verklaring geef ik te kennen voldoende te zijn geïnformeerd, via mondelinge toelichting, over het doel en de uitvoering van het onderzoek en de verwachting van de onderzoekers.

Ten behoeve van het onderzoek machtig ik voor de duur van 2 maanden de afstudeergroep 'enkelstabiliteit' onderzoek te doen naar de verschillen tussen actieve geïsoleerde en actieve functionele stabiliteitstraining van de enkel.

Dit betreft een beginmeting met de Force Plate, een training (geïsoleerd of functioneel) en een eindmeting met de Force Plate.

Ook machtig ik de onderzoekers om mijn meetgegevens op te slaan om eventueel te kunnen gebruiken voor een eventueel ander onderzoek.

Verder ben ik via mondelinge toelichting voldoende op de hoogte gebracht aangaande de bescherming van de identiteit en privacy van mijzelf als patiënt.

Met het ondertekenen van deze verklaring ga ik akkoord met de verwachtingen die tijdens het onderzoek zijn aangegeven.

Proefpersoon

Naam : _____

Geboortedatum: _____

Plaats : _____

Datum : _____

Handtekening :

Onderzoeker

Naam : _____

Geboortedatum: _____

Plaats : _____

Datum : _____

Handtekening :

Bijlage 7 Meetprotocol

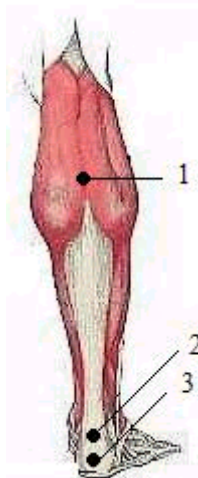
De pilotstudy begint en eindigt met een meting. De meting heeft als doel de actieve stabiliteit van de enkel te meten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Force Plate, videoanalyse apparatuur en de Myoton. Door de gegevens voortkomend uit de beginmeting en eindmeting te registreren en te verwerken wordt een antwoord verkregen op de in het projectplan beschreven vraagstelling.

De proefpersonen dienen gekleed te zijn in een korte (sport)broek, waardoor het volledige onderbeen ontkleed is.

Er vinden twee meetmomenten plaats (een beginmeting en een eindmeting), per meetmoment worden twee metingen met de Force Plate en videoanalyse apparatuur uitgevoerd, gevolgd door een meting met de Myoton. Als voorbereiding op de videoanalyse meting worden markers op het linker onderbeen en de linkervoet geplaatst. Tevens worden de spierbuiken van de m. tibialis, m. gastrocnemius caput medialis en m. peroneus longus gepalpeerd en met een huidpotlood gemarkeerd. Deze markers dienden als plaatsaanduiding voor de meting met de Myoton. Tijdens de gehele meting heeft de proefpersoon blote voeten.

Voorbereiding:

1. Reinigen van de markerregio op de huid.
2. Palperen van juiste plaats voor de markers voor de videoanalyse en markers plaatsen. Voor de markerplaatsen zie figuur 11.



1. Tussen mm. gastrocnemius
2. Craniale rand calcaneus
3. Calcaneus

Figuur 11: Markerplaatsen

3. Palperen naar de juiste spieren en deze aftekenen voor Myoton meting.
4. Lopen op loopband met een hellingshoek van nul graden. Er wordt gedurende vijf minuten met een snelheid van zes kilometer per uur gelopen. Dit wordt gevolgd met één minuut uitlopen in een rustig looptempo van drie kilometer per uur (er is constant sprake van een bipedaal moment).

Meting met Force Plate en video-apparatuur:

De proefpersoon wordt gevraagd plaats te nemen op de Force Plate en de juiste uitgangshouding aan te nemen. Voor de uitgangshouding zie figuur 12.



- Stand op linkerbeen.
- Rechterbeen 90 graden geflecteerd in heup en knie.
- Armen gekruist voor de borst

Figuur 12: uitgangshouding op Force Plate

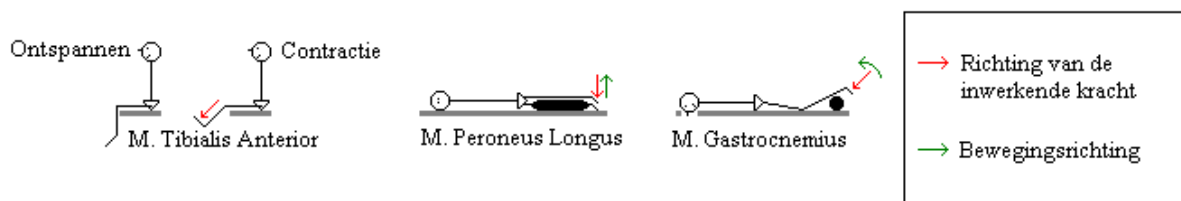
1. Eerste meting begint. De proefpersoon wordt gevraagd gedurende 25 seconden de uitgangshouding te handhaven. Parallel aan deze meting wordt een video opname gemaakt.
2. Na afloop van de meting wordt aan de proefpersoon gevraagd naar voren van de Force Plate af te stappen.
3. Rustmoment van dertig seconden in stand op twee benen, buiten het platform.
4. Voor de tweede meting punt 1 en 2 herhalen.

Meting met Myoton:

De te meten spieren zijn:

- M. tibialis anterior
- M. peroneus longus
- M. gastrocnemius

1. De eerste meting met de Myoton bestaat uit het bepalen van de norm. Hiervoor wordt een multiscan van twintig metingen per spier in ontspannen situatie uitgevoerd. Voor de uitgangshoudingen zie figuur 13.



Figuur 13: uitgangshouding

- M. tibialis Anterior: Proefpersoon in zit op de behandelbank met de benen afhangend.
- M. peroneus Longus: Proefpersoon in zijlig op de rechter zijde met de heupen 45 graden en de knieën negentig graden gebogen. Het linker onderbeen wordt door een grote rol ondersteund. De knieën liggen op elkaar.
- M. gastrocnemius: Proefpersoon in buiklig met de voeten door een grote rol ondersteunt.

2. Vervolgens wordt er een triple-scan meting uitgevoerd in respectievelijk ontspannen en gecontraheerde situatie. Per spier worden drie metingen in ontspannen en drie metingen in maximaal gecontraheerde situatie uitgevoerd.

De gecontraheerde situatie wordt gecreëerd door de uitgangshoudingen volgens figuur 12 aan te nemen. Er wordt gebruik gemaakt van losse, vervormbare loodzakjes à één kilogram, welke aan de voet bevestigd worden met klittenband.

Voor de meting van de gecontraheerde situatie wordt onderstaande methode gehanteerd.

gecontraheerde fase:

- | | |
|-----------------------|---|
| M. tibialis anterior: | Hiervoor worden twee loodzakjes op de dorsale zijde van de voorvoet bevestigd.
Aanspanning vindt plaats door het been in de knie 45 graden te strekken, de enkel maximaal te dorsaal fleteren en de digiti maximaal te extenderen. |
| M. peroneus longus: | Hiervoor wordt één loodzakje op de laterale zijde van de voet bevestigd.
Aanspanning vindt plaats door de laterale zijde van de voet richting plafond te bewegen en met de voet los te komen van de rol. |
| M. gastrocnemius: | Hiervoor worden twee loodzakjes aan de plantaire zijde van de voorvoet bevestigd.
Aanspanning vindt plaats door de enkel maximaal te plantair fleteren, de tenen maximaal te fleteren en met de voet los te komen van de rol. |

Nazorg:

Verwijderen van de markers.

Taakverdeling:

- Verwelkoming proefpersonen, uitleg van de bedoelingen en verwachtingen, invullen van het in- en exclusiecriteria formulier en ondertekenen informed consent. Dit wordt begeleid door Mariam.
- De voorbereiding en het instellen van de loopband wordt uitgevoerd door Marleen. Tevens begeleidt zij de proefpersonen tijdens de meting met de Force Plate en voert de videoanalyse meting uit.
- Meting met de Myoton wordt verricht door Carola. Tevens zorgt zij voor de nazorg.
- Meting met de Force Plate wordt verricht door Lotte.

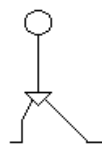
Bijlage 8 Protocol functionele training

Dit trainingstraject traint de actieve stabiliteit van de enkel functioneel zoals dit in de fysiotherapeutische praktijk wordt uitgevoerd.

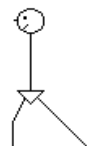
Warming- up (tien minuten)

- Trimmen gedurende vijf minuten in een stevig looptempo
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) van de beide benen worden volgens onderstaande tekeningen op rek gebracht (zie figuur 14). Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven.

De oefeningen worden acht seconden vast gehouden en drie keer herhaald.



mm. Peronei



m. Gastrocnemius



m. Soleus

Figuur 14: Rekken van de spieren

Training (twintig minuten)

- Week één

Oefentol

- De proefpersoon gaat met twee voeten op de aan gegeven plaats op de oefentol staan met beide handen aan het wandrek.
- Beide handen worden losgelaten. De proefpersoon wordt gevraagd de oefentol naar voren en naar achteren rustig te bewegen. Hierbij wordt de grond net niet aangeraakt.
- De beweging wordt 15 seconden uitgevoerd.
- Een rustperiode van tien seconden stilstaan op de tol met de handen vast volgt.
- Er worden twee keer vijf series uitgevoerd

Uitvalspas

- De proefpersoon gaat met twee voeten op heupbreedte achter een lijn staan.
- Een uitvalspas wordt gemaakt door met de linkervoet naar voren te stappen en hierop tijdens de landing ongeveer 45 graden door te zakken. De hoek tussen het voorste en achterste been is negentig graden. De rechtervoet blijft op de grond. De proefpersoon zoekt zijn evenwicht blijft drie seconden in deze houding staan alvorens hij terug op de rechtervoet stapt.
- De juiste houding wordt weer aangenomen (twee voeten achter de lijn) en de beweging wordt tien keer herhaald.
- Er wordt gerust gedurende dertig seconden gerust.
- De serie wordt drie keer herhaald.

- Week twee

Oefentol

- De proefpersoon gaat met twee voeten op de oefentol staan met beide handen los langs het lichaam.
- De proefpersoon wordt gevraagd de oefentol naar voren, naar rechts en vervolgens naar links te bewegen. Hierbij wordt de grond net niet aangeraakt.
- De beweging wordt zestig seconden uitgevoerd.
- Een rustperiode van twintig seconden stilstaan op de tol met de handen los volgt.
- Er worden twee keer drie series uitgevoerd

Uitvalspas

- Zie week één echter nu wordt de techniek van het maken van de uitvalspas gewijzigd. Van achter de lijn gaat de proefpersoon op zijn tenen staan, vanuit deze stand wordt de uitvalspas gemaakt, verder blijven de beschreven hoeken en tijden hetzelfde.

- Week drie

Oefentol

- Week twee wordt herhaald, nu echter met de knieën twintig graden gebogen en de handen op de rug.

Uitvalspas

- Zie week twee echter er worden nu vijf series uitgevoerd

- Week vier

Oefentol

- De houding wordt gehandhaafd gedurende vijftien seconden.
- Een rustperiode van vijftien seconden met de handen aan het wandrek volgt.
- Er worden twee series van drie herhalingen uitgevoerd.

Uitvalspas

- Zie week twee echter er worden nu zes series uitgevoerd

Cooling-down (zeven minuten)

- Gedurende vijf minuten met een stevig looptempo lopen.
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) op rek gebracht volgens tekeningen bij warming-up. Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven. De oefeningen worden vijftien seconden vast gehouden en vier keer herhaald.

Taakverdeling

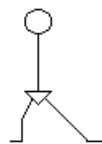
- Deze training wordt verzorgd door Carola en Marleen

Bijlage 9 Protocol geïsoleerde training

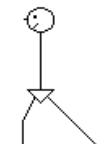
Dit trainingstraject traint de actieve stabiliteit van de enkel geïsoleerd door in zittende positie uitsluitend de actieve stabilisatoren van de enkel te trainen.

Warming-up (tien minuten).

- Trimmen gedurende vijf minuten in een stevig looptempo
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) van de beide benen worden volgens onderstaande tekeningen op rek gebracht (zie figuur 15). Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven.
De oefeningen worden acht seconden vast gehouden en drie keer herhaald.



m. peronei



m. Gastrocnemius



m. Soleus

Figuur 15: Rekken van de spieren

Uitgangshouding voor de training:

- De proefpersoon zit in een stoel met vier poten met de linker voet op de “PhysioFlip” die op een verstelbaar bankje staat.
- Heupen en knieën zijn negentig graden gebogen.
- De handen liggen ontspannen op de bovenbenen.

Training (twintig minuten)

De proefpersoon beweegt de linkervoet (op de PhysioFlip) tien keer achtereenvolgend naar:

- Abductie
- Adductie

De bewegingen worden rustig uitgevoerd, één seconde heen en één seconde terug. Een serie bestaat uit tien herhalingen. Na elke serie wordt één minuut rust gehouden.

• Week één

Er wordt getraind met het gele elastiek. Training één enkel in nulstand, de andere twee trainingen in nul, drieëntwintig en vijfenvieftig graden plantairflexie de abductie en in nul, drieëntwintig en vijfenvieftig graden dorsaalflexie de adductie.

- Training één à drie series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training twee à drie series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training drie à vier series van tien herhalingen per bewegingsrichting.

• Week twee

Er wordt getraind met het rode elastiek, in nul en vijfenvieftig graden plantairflexie en nul en vijfenvieftig graden dorsaalflexie.

- Training één à drie series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training twee à vier series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training drie à vijf series van tien herhalingen per bewegingsrichting.

• Week drie

Er wordt getraind met het groene elastiek, in nul en vijfenvieftig graden plantairflexie en nul en vijfenvieftig graden dorsaalflexie.

- Training één à drie series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training twee à vier series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training drie à vijf series van tien herhalingen per bewegingsrichting.

- Week vier

Er wordt getraind met het groene elastiek, in nul en vijfenveertig graden plantairflexie en nul en vijfenveertig graden dorsaalflexie.

- Training één à zes series van tien herhalingen per bewegingsrichting.
- Training twee à zeven series van tien herhalingen per bewegingsrichting.

Cooling-down (zeven minuten)

- Uitlopen gedurende twee minuten in een stevig looptempo.
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) op rek gebracht volgens tekeningen bij warming-up. Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven. De oefeningen worden vijftien seconden vastgehouden en vier keer herhaald.

Taakverdeling:

- Deze training wordt verzorgd door Lotte en Mariam

Bijlage 10 Musculatuur die de actieve stabiliteit waarborgt

Spier	Origo	Start eindpees	Insertie	Functie
m. tibialis anterior	Condylus lateralis tibia Proximale tweederde deel van de facies lateralis van de tibia, Membrana interossea Fascia cruris	Distale deel onderbeen	Os cuneiforme mediale (mediale en plantaire zijde) Basis van Os metatarsale	Dorsaalflexie Inversie
m. tibialis posterior	Facies posterior tibia Facies posterior fibula Membrana interossea Diepe blad fascia cruris	Distale deel onderbeen	Tuberositas Os naviculare	Plantairflexie Inversie
m. peronei longus	Condylus lateralis tibia Caput fibularis, Proximale tweederde deel facies lateralis fibula Septa intermuscularia van het onderbeen Fascia cruris	Distale deel onderbeen	Os cuneiforme mediale (laterale en plantaire zijde) Tuberositas van Os metatarsale I	Plantairflexie Eversie
m. peronei brevis	Distale tweederde deel facies lateralis fibula Septa intermuscularia van het onderbeen	Laterale malleolus	Tuberositas os metatarsale V	Plantairflexie Eversie
m. gastrocnemius	Caput mediale: Facies poplitea femoralis Caput laterale: Condilus laterale femur	Midden onderbeen 'Tendo calcaneus (Achillis)'	Tuber calcanei	Plantairflexie Inversie Flexie art. genu
m. soleus	Caput fibula Proximale eenderde deel facies posterior fibula Linea m. solei tibia Arcus tendineus m. solei	Midden van onderbeen tot 'Tendo calcaneus (Achillis)'	Tuber calcanei	Plantairflexie Inversie
m. plantaris	Facies poplitea femoralis	Proximale deel onderbeen	Calcaneus (mediaal van tuber calcanei)	Plantairflexie Inversie Flexie knie
m. flexor digitorum longus	Middelste tweevierde deel facies posterior tibia Diepeblad fascia cruris	Distale deel onderbeen, splits in het midden van voetzool in vier eindpezen	Bases distale falangen II-V (plantaire zijde)	Plantairflexie Inversie Flexie mp, pip en dip II-V
m. flexor hallucis longus	Distale tweederde deel facies posterior fibula Septum intermusculare posterius onderbeen Diepeblad fascia cruris	Proximaal enkel	Basis distale falanx hallux (plantaire zijde)	Plantairflexie Inversie Flexie MP en IP hallux
m. extensor digitorum longus;	Condylus lateralis en het proximale drievierde deel van de facies medialis van de fibula, van de membrana interossea tussen de tibia en de fibula en van de fascia cruris	Midden onderbeen	Basis os metatararsale V (voorzijde)	Dorsaalflexie Eversie
m. extensor hallucis longus	Middelste tweevierde deel van de facies medialis van de fibula en van de membrana interossea tussen de tibia en fibula	Proximaal van de enkel	Distale falanx hallux (dorsale zijde)	Dorsaalflexie voet Extensie mp en ip hallux

* in verband met beperkte functie te verwaarlozen

Bijlage 11 Instellingen en screenshots van de Force Plate met behulp van Biodaq

Instellingen

De metingen zijn uitgevoerd met behulp van de software 'Biodaq', die voor de Force Plate is ontwikkeld. De meting is in de volgende stappen in gedeeld.

Stap 1

De setup is gestart en de volgende gegevens zijn ingevuld

- In het scherm 'Subject info':
Name; test date; date of birth; height; test conducted by; sex; comments file; unit; subject weight.
- In het scherm 'Trial info':
Number of trials; Acquisition Rate; Length of trial.
- In het scherm 'Trigger setup':
Keystroke
- In het scherm 'Directory setup':
Gebruikte bestandsnaam

Ter verduidelijking, zie figuur 16 tot en met 19 weergegeven.

Stap 2

Voordat de eerste meting plaats vindt wordt de Force Plate gecalibreerd met behulp van de eerste proefpersoon. Er moet op worden gelet dat tijdens een volgende meting dezelfde persoon gebruikt wordt voor de calibratie.

Stap3

Om een meting te starten wordt eerst de acquisitionknop aangeklikt. Er komt nu een Nieuw scherm naar voren, zodat de meting kan beginnen

Stap4

Wanneer de meting is afgerond, wordt deze opgeslagen.
De meting is nu te gebruiken voor verdere verwerking.

Vooraf aan de verwerking van de gegevens zijn er in de software 'Bio analysis' enkele waarden ingesteld, om verwerking mogelijk te maken.

Zodra het programma opgestart is, wordt er gekozen voor 'Analysis' à 'Balance'. Vervolgens wordt de desbetreffende meting geselecteerd. Om de 'centrum of pressure of Force Plate coordinates' zichtbaar te maken wordt deze functie onder 'Plot type' (figuur 20) aangegeven.

Voor verdere verwerking zijn echter cijfers nodig. Deze worden geselecteerd door 'View' à 'Data'. De getallen die nu zichtbaar worden zijn de krachten en momenten, welke niet interessant zijn voor dit onderzoek. In het zelfde scherm is gekozen voor de optie COP (figuur 21). Binnen dit scherm is het niet mogelijk om gemiddelden en standaarddeviaties te berekenen. Deze waarden worden door 'View' à 'Statistical Analysis Results' weergegeven.

Screenshots

Setup Information

Subject Info | Trial Info | Trigger Setup | Instruments | Directory Setup

Name: First Name: PP, Middle: N, Last Name: None

Test Date: 5/9/2005, Date Of Birth: 00/00/00

Height: 182.88 cm, Test Conducted By: None

Sex: ☒ M, ☐ F, Comments File: c:\amtibios\bin\comments.txt

Units: ☐ English, ☒ Metric

Subject Weight: Weigh subject at the beginning of a series

Weight: 0 Nwts.

Buttons: Load, Save, View, Print Setup, Cancel, OK

AMTI

Figuur 16: Setup info

Setup Information

Subject Info | Trial Info | Trigger Setup | Instruments | Directory Setup

Number of Trials: 32, Acquisition Rate: 500 Hz

Trial Length: 20 secs

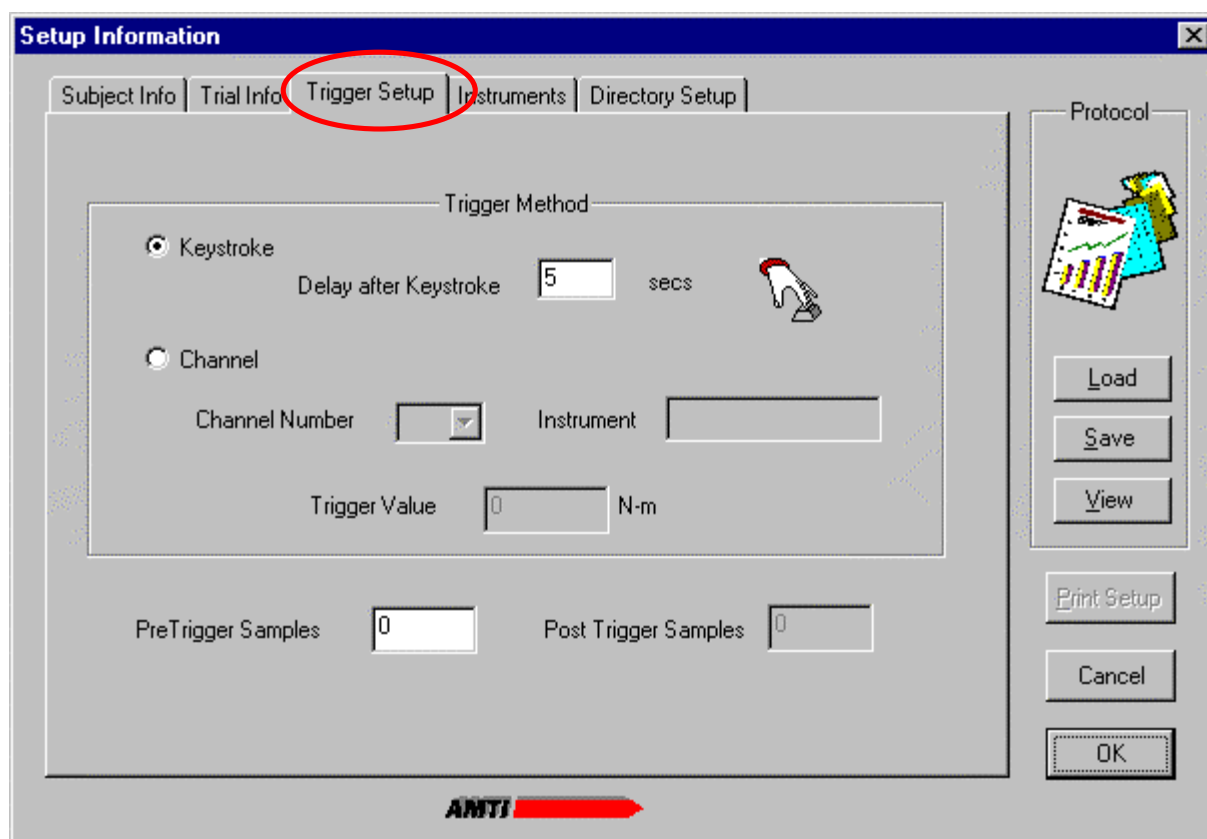
Trial Description File: c:\amtibios\bin\trialdesc.txt

Buttons: New, View/Edit, Browse

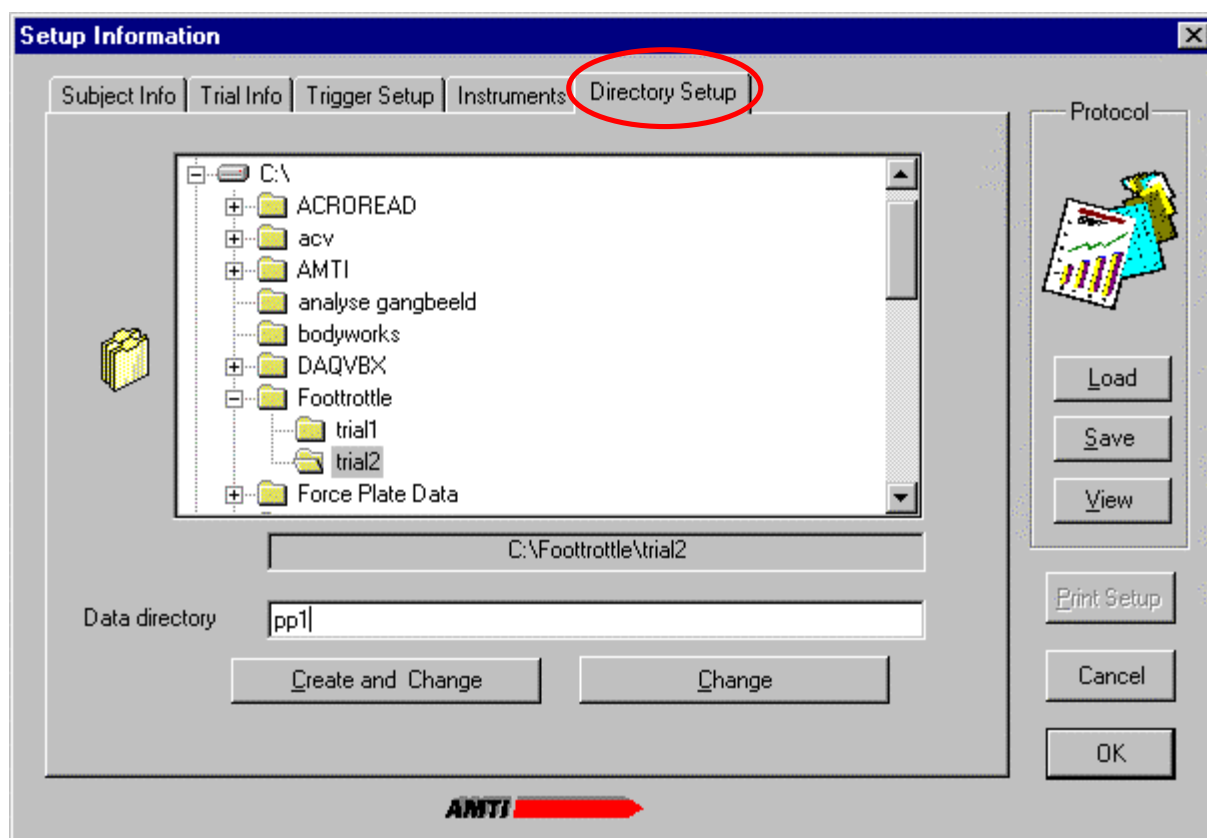
Buttons: Load, Save, View, Print Setup, Cancel, OK

AMTI

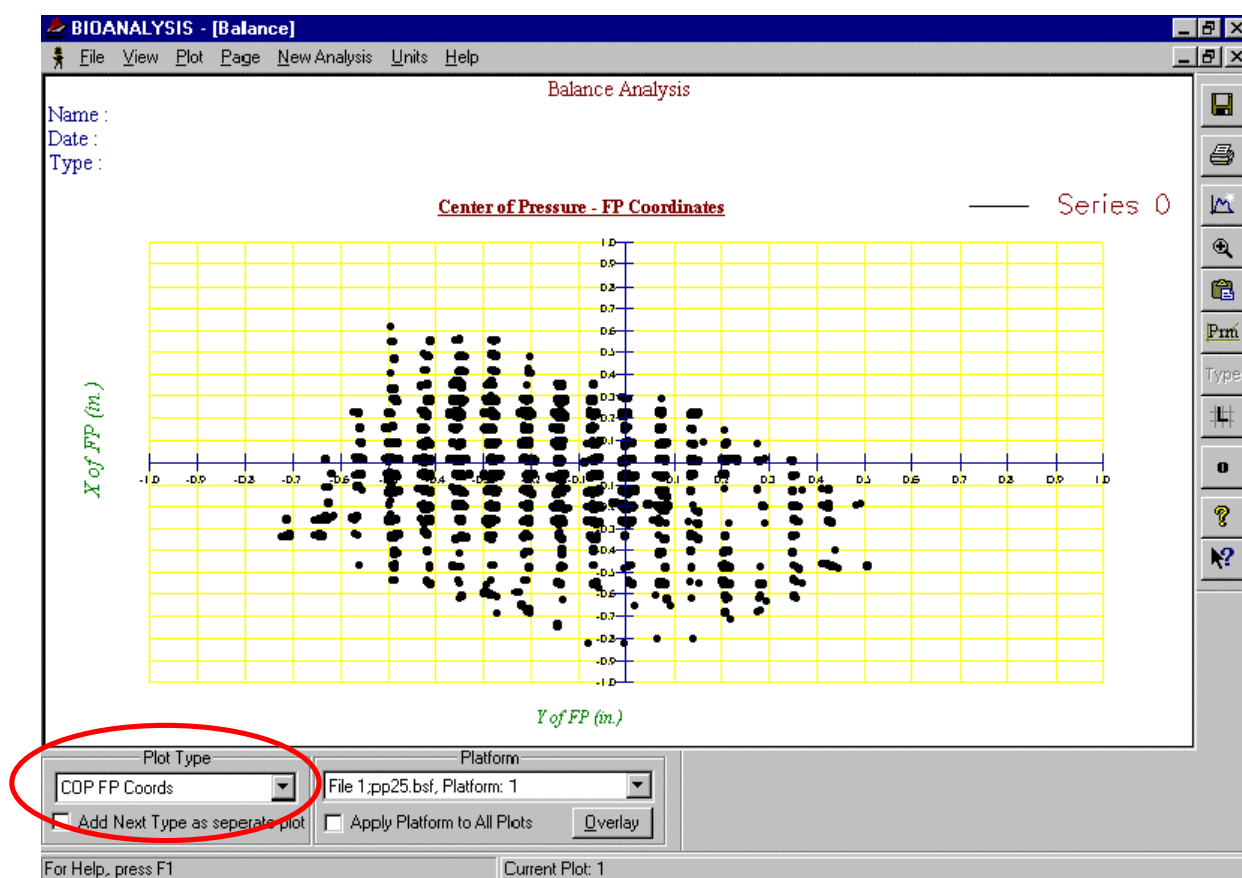
Figuur 17: Trial setup



Figuur 18: Trigger setup



Figuur 19: Directory setup



Figuur 20: Analyse scherm

Time [sec]	COP-X [in.]	COP-Y [in.]	V. Torque [in-lbs.]
0.000	0.921	-0.574	-0.292
0.007	0.921	-0.496	-0.330
0.013	0.930	-0.505	-0.309
0.020	0.937	-0.505	-0.330
0.027	0.937	-0.432	-0.330
0.033	1.009	-0.425	-0.372
0.040	1.009	-0.425	-0.372
0.047	1.009	-0.353	-0.372
0.053	1.009	-0.353	-0.372
0.060	1.009	-0.353	-0.702
0.067	1.009	-0.281	-0.372
0.073	1.009	-0.360	-0.660
0.080	1.027	-0.293	-0.660
0.087	0.937	-0.288	-0.660

Delimiters

☒ Comma

☐ Tab

☐ Space

☐ Semi-Colon

File 1, pp10.bsf, Platform: 1

Save

View

☐ Plt. Dat

☐ Instr. Data

☒ COP

OK

Figuur 21: Data scherm

Bijlage 12 Instellingen en screenshots van de videoanalyse met behulp van SIMI°Motion

Instellingen

Na het opstarten van het programma SIMI°Motion wordt er een nieuw project gecreëerd, waarna de video-opnamen starten.

Voor het analyseren van de videobeelden die uit deze opname volgen is het noodzakelijk dat er verschillende gegevens ingesteld worden:

Stap 1: Instellen markers en verbindingen

- In het projectscherm (figuur 22) is gekozen voor 'Specification' à 'Points', om de namen van de markers aan te geven. In de lijst 'Predefined points' is gekozen voor: 'left shank', 'left ankle bone' (welke in 'Properties' is veranderd in 'achilles') en 'left foot' à 'heel left' à 'calcaneus posterior left' (figuur 23).
- In het projectscherm is gekozen voor 'Specification' à 'Connections', om de verbindingen tussen de markers aan te geven. De eerste verbinding loopt van 'left shank' tot 'achilles' en de tweede van 'achilles' tot 'calcaneus'. De optie 'Line to' is aangevinkt (figuur 24).

Stap 2: Instellen video-opnamen

- Openen het programma SIMI°Motion en juiste project kiezen;
- In het projectscherm 'camera' à 'add camera';
- De naam van de proefpersoon is ingevuld;
- In het kader 'Tracking' à 'Select file';
- 'Open existing file' à juiste video-opname is gekozen à 'apply';
- In het kader '2D calibration' à 'Select file';
- 'Open existing file' à juiste video-opname is gekozen à 'apply';
- Voor de calibratie à '2D calibration'. Gebruik is gemaakt van de linker en rechter hoek van de Force Plate;
- 'Tracking'. De markerplaatsen zijn geselecteerd.

Ter verduidelijking is het instellingscherm in figuur 25 weergegeven.

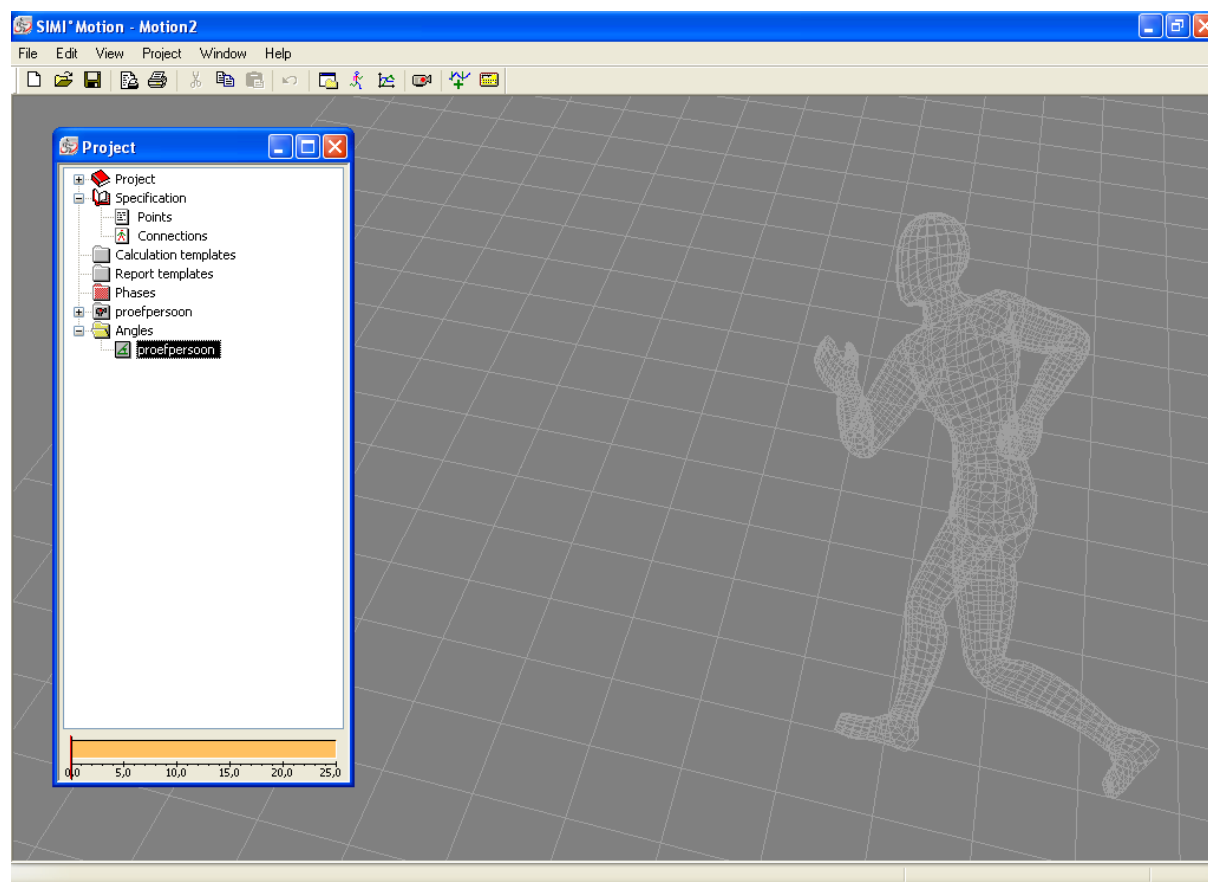
Stap 3: Berekenen van de hoeken

- Videobeeld openen;
- 'Show stick diagram';
- Kies in de werkbalk 'Project' à 'add angle'. De juiste punten zijn aangegeven.

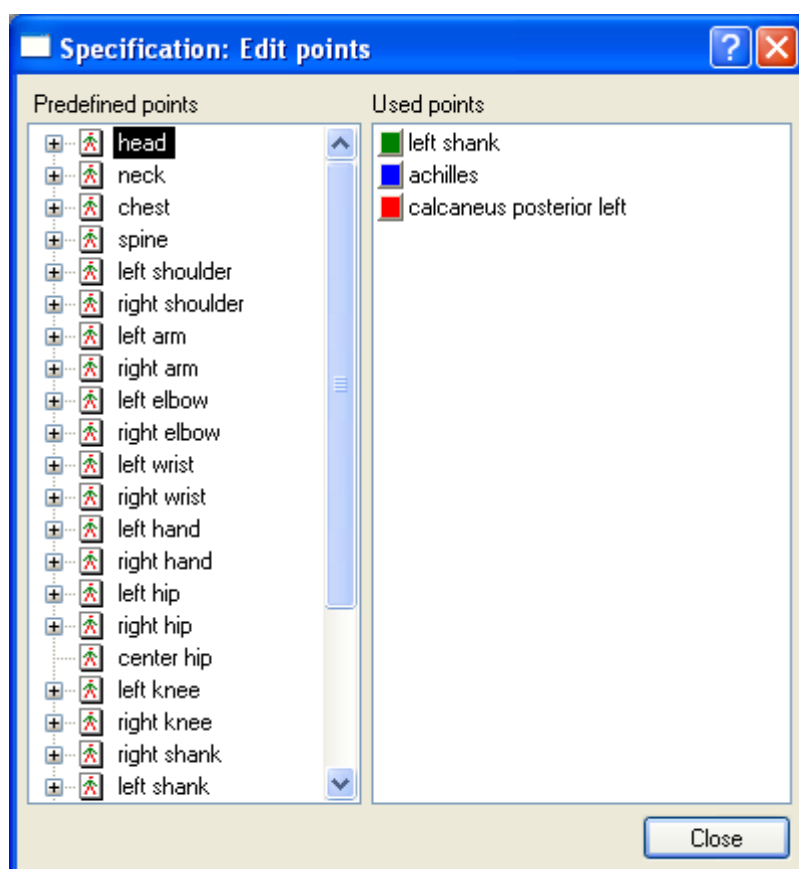
Ter verduidelijking is het scherm in figuur 26 weergegeven.

Stap 4: Exporteren

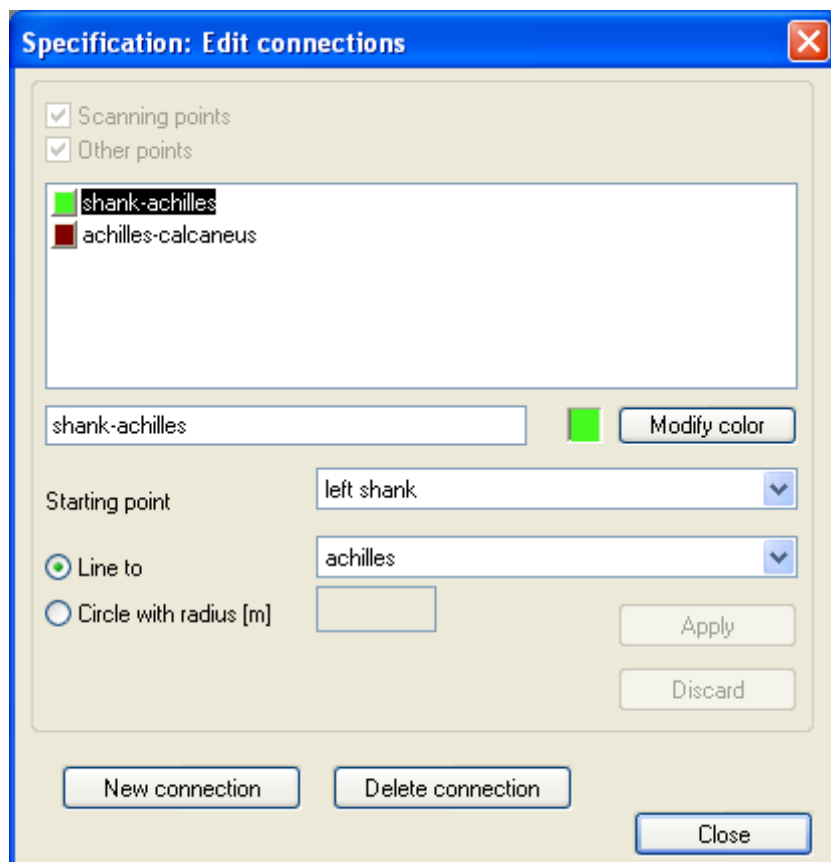
- 'Angle';
- 'Export'.



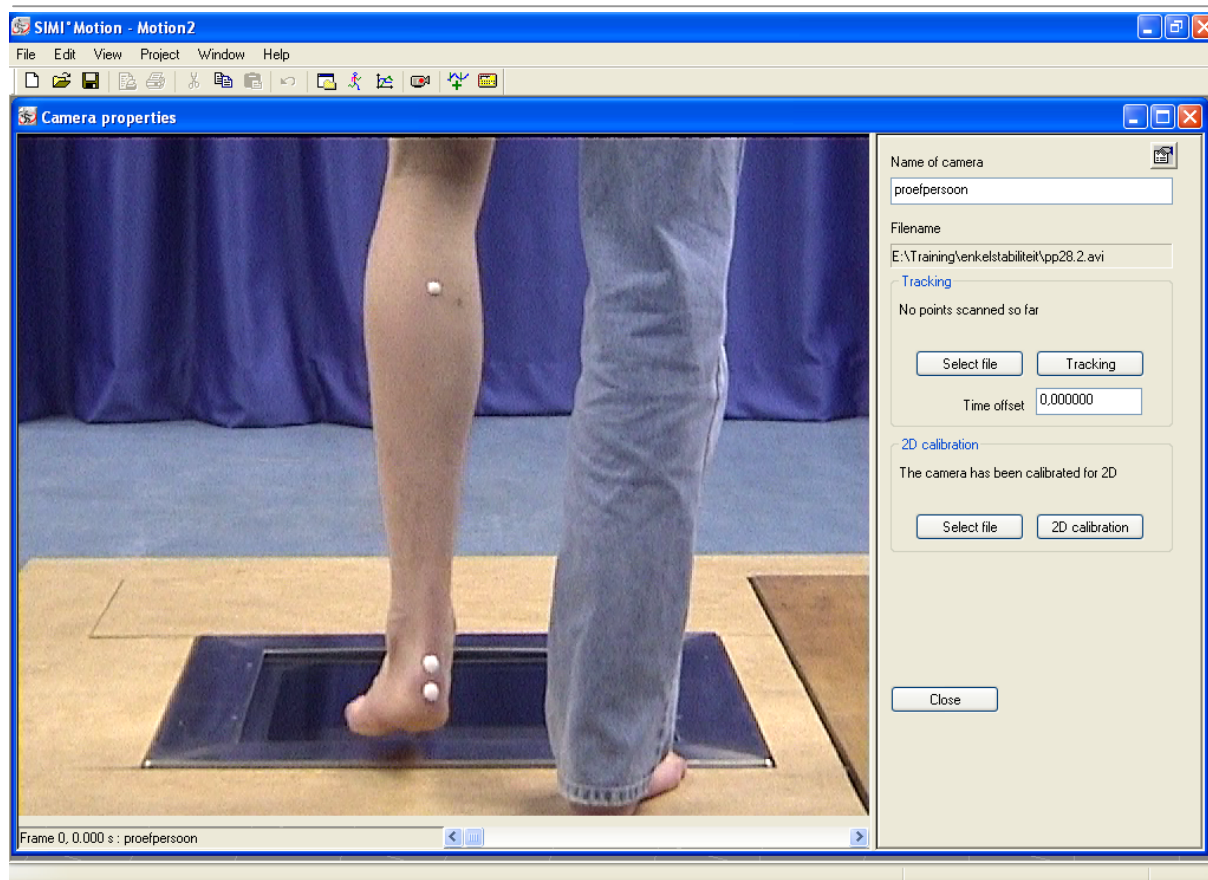
Figuur 22: Projectscherf



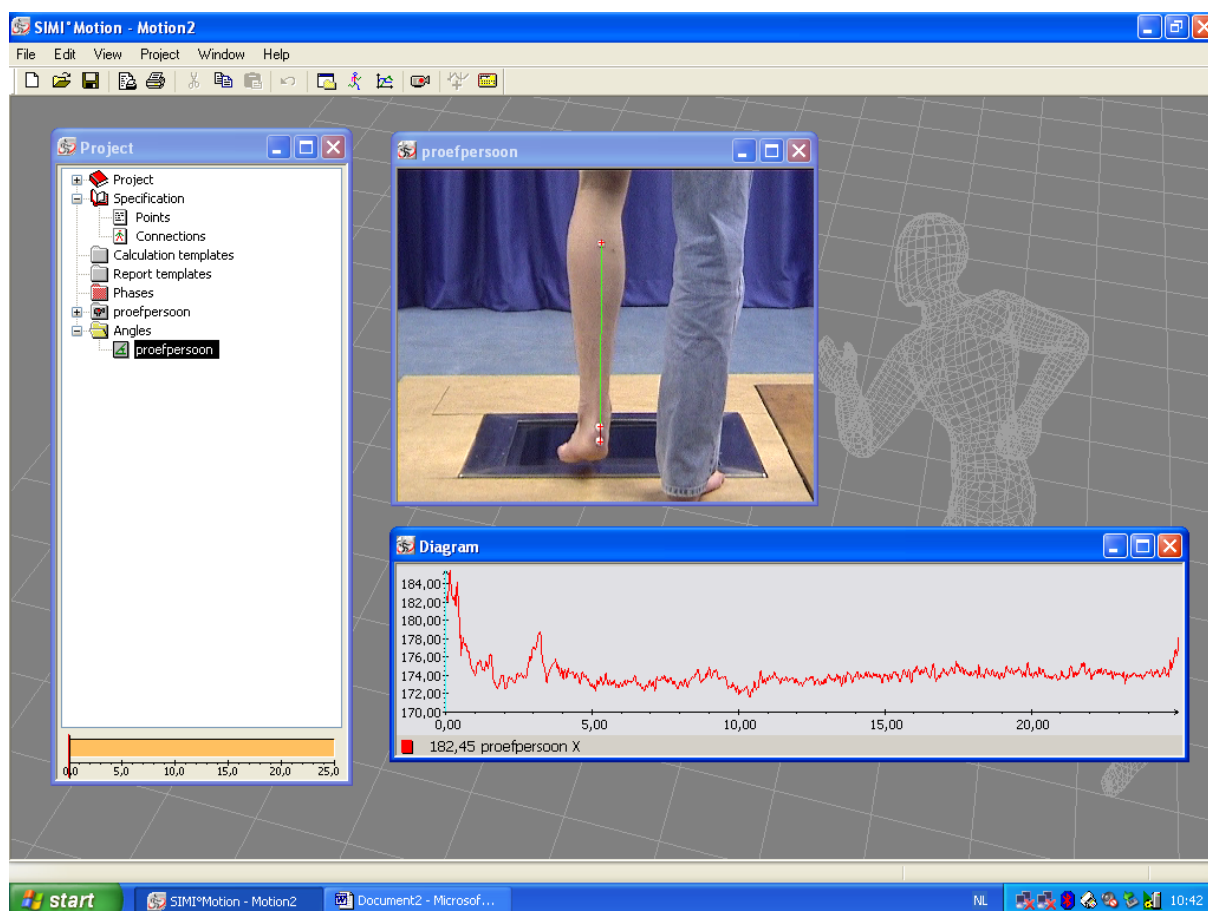
Figuur 23: Aangeven van de markers



Figuur 24: Aangeven van de verbindingen



Figuur 25: Instellen video-opnamen



Figuur 26: Video en hoeken

Bijlage 13 Instellingen en screenshots Myoton

Instellingen

Meetprogramma

Door middel van bijbehorende software konden via de computer in het scherm ‘persons’ (figuur 27) de persoonsgegevens van de te onderzoeken proefpersonen ingevoerd worden. Genoteerd kon worden:

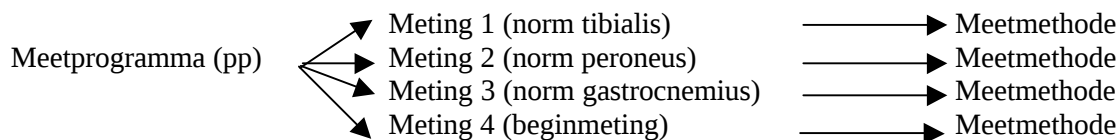
- Voornaam
- Achternaam
- Geboortedatum
- Geslacht
- Lengte
- Gewicht

In verband met de privacy van de proefpersonen zijn de voor- en achternaam achterwege gelaten. De proefpersonen waren genummerd van persoon1 tot en met persoon16.

Vervolgens is er een meetprogramma samengesteld in het scherm ‘ muscles’ (figuur 28). Voor alle proefpersonen werd voor zowel de beginmeting als voor de eindmeting hetzelfde meetprogramma toegepast.

Het meetprogramma bestond uit een aantal metingen. Per meting werd afzonderlijk de meetmethode ingevoerd.

Eerst werd een naam aan de uit te voeren meting gegeven. Het gebruikte meetprogramma was opgebouwd uit vier metingen. Deze metingen werden achtereenvolgens norm tibialis, norm peroneus, norm gastrocnemius en beginmeting genoemd. Tevens werd er in het geval van een multi-scan meting het aantal meetherhalingen aangegeven.



Voor de meetmethode kon er een keuze gemaakt worden uit een zestig tal spieren. Dit zijn alle oppervlakkig gelegen spieren waaraan direct een impuls gegeven kan worden.

Voor de pilotstudy waren slechts drie actieve stabilisatoren van de enkel oppervlakkig gelegen en dus meetbaar met de Myoton. Voor de meetmethode kwamen in aanmerking:

- m. tibialis anterior
- m. peroneus longus
- m. gastrocnemius

Per gekozen spier kon vervolgens worden aangegeven wat en hoe er gemeten moest worden.

- Links ontspannen
- Links gecontraheerd
- Rechts ontspannen
- Rechts gecontraheerd
- Meting in liggende positie
- Meting in zittende positie
- Meting in staande positie
- Plaatsing centraal op de spier
- Plaatsing superior op de spier
- Plaatsing inferior op de spier
- Plaatsing mediaal op de spier
- Plaatsing lateraal op de spier

Voor de vier metingen werd gekozen voor de onderstaande meetmethode.

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Norm tibialis | - 20 herhalingen
- m. tibialis anterior
- Links relaxed
- Meting in zittende positie
- Plaatsing centraal op de spier |
| 2. Norm peroneus | - 20 herhalingen
- m. peroneus longus
- Links relaxed
- Meting in liggende positie
- Plaatsing centraal op de spier |
| 3. Norm gastrocnemius | - 20 herhalingen
- m. gastrocnemius caput medialis
- Links relaxed
- Meting in liggende positie
- Plaatsing centraal op de spier |
| 4. Beginmeting | - drie herhalingen per spier per situatie (ontspannen en gecontraheerd)
- m. tibialis links relaxed in zittende positie
- m. tibialis links contracted in zittende positie
- m. peroneus links relaxed in liggende positie
- m. peroneus links contracted in liggende positie
- m. gastrocnemius links relaxed in liggende positie
- m. gastrocnemius links contracted in liggende positie
- Plaatsing centraal op de spier |

Meting

Nadat het meetprogramma was samengesteld kon dit worden ingevoerd in het 'measuring' scherm (figuur 29) en worden geüpload naar de Myoton.

Na uitvoering van het totale meetprogramma konden de gegevens worden gedownload naar de computer en in het scherm 'results' verder worden verwerkt en geanalyseerd. Voor voorbeelden van het multi-scan en triple-scan formulier wordt verwezen naar figuur 30 en 31.

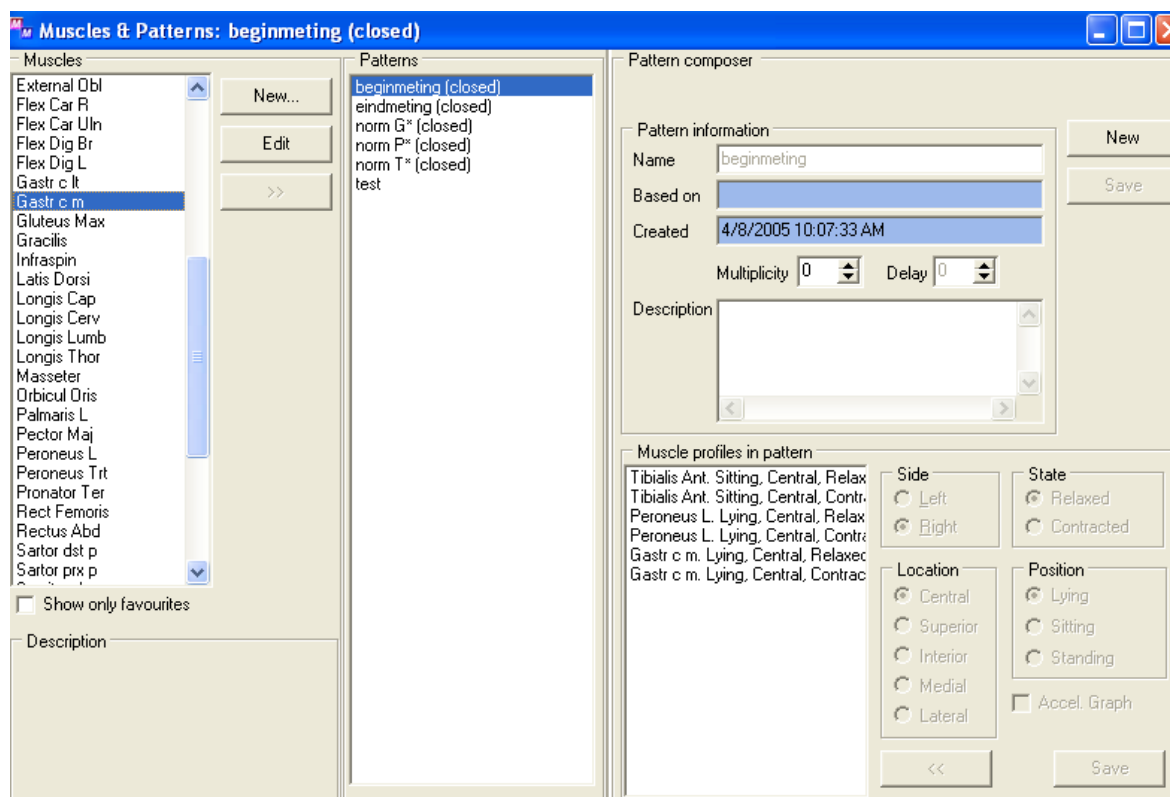
Screenshots

persoon 1 - Person

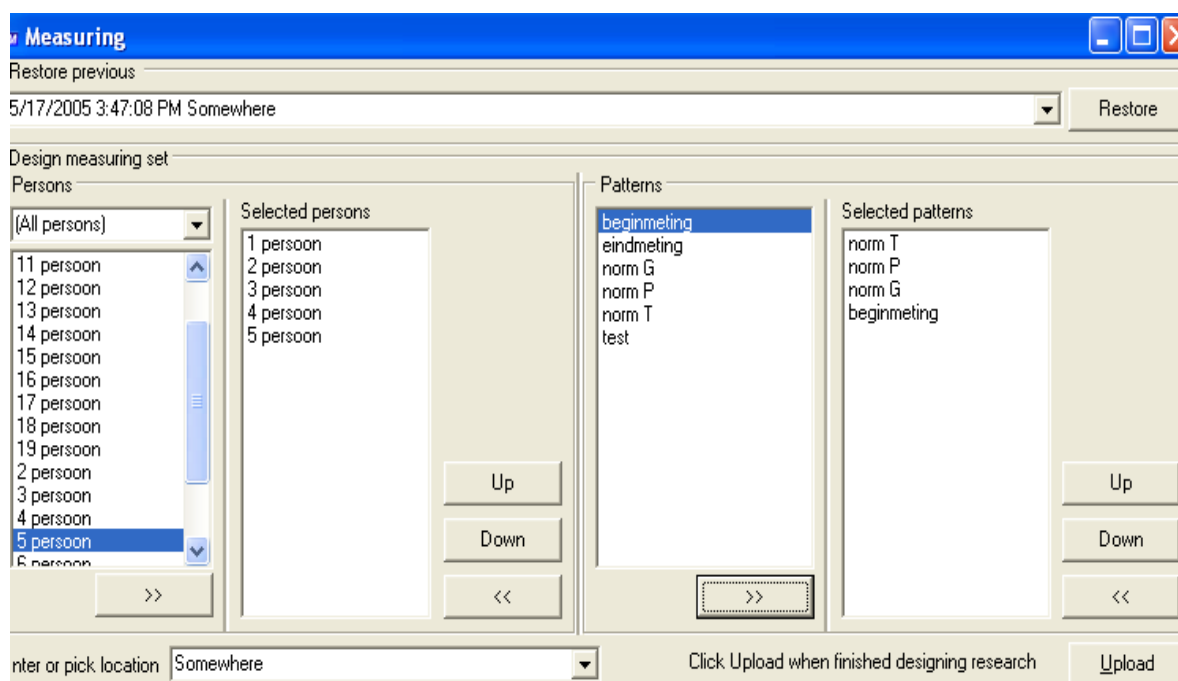
Persons
 (All persons) [New Group]
 1 persoon
 1 test
 10 persoon
 11 persoon
 12 persoon
 13 persoon
 14 persoon
 15 persoon
 16 persoon
 17 persoon
 18 persoon
 19 persoon
 2 persoon
 3 persoon
 4 persoon
 5 persoon
 6 persoon
 7 persoon
 8 persoon
 9 persoon

Person info
 First name: persoon [New]
 Surname: 1 [Save]
 Birth date: 1/ 1/1980
 Gender: ☒ Female ☐ Male
 Weight (kg): 50
 Height (cm): 180
 Personal code:
 Profession:
 Diagnosis:
 Person groups:
 Membership:
 Person history:
 4/15/2005 12:15:11 PM
 4/8/2005 9:56:06 AM
 Measureings:
 5/9/2005 11:25:20 AM Somew
 4/8/2005 2:07:01 PM Somew
 Explore

Figuur 27: Persoonsinstellingen



Figuur 28: Instellingscherm meetmethode



Figuur 29: Instellingscherm meetprogramma

Fontys Paramedische Hogeschool

Myometrical measurement report

Multiscan analysis

Patient: **persoon 1** Location: Somewhere
 Date of birth: 12/27/1979 Age: 25 yrs Pattern: norm T
 Body mass: 50 kg Gender: F Date: 4/8/2005 10:40:21 AM to 5/9/2005 11:17:52 AM
 Height: 180 cm BMI: 15.432 kg*m⁻² Nr of meas: 20 Interval: 0
 Group: Kick time: 15 ms Testing end mass: 20 g

Muscle:

Tibialis Ant

State: Relaxed
 Position: Sitting
 Location: Central
 Side: Left

No	Time of measurement	Parameter	Frequency (Hz)	Decrement	Stiffness (N/m)
1	10:40:21 AM to 10:41:13 AM on 4/8/2005	Mean	10.97	0.70	395.60
		SD	1.42	0.08	19.05
		SE	0.32	0.08	4.26
		Me	10.65	0.67	387.50
		Mo	0.00	0.00	0.00
2	11:16:47 AM to 11:17:52 AM on 5/9/2005	Mean	9.07	0.64	341.75
		SD	0.43	0.07	8.03
		SE	0.10	0.07	1.79
		Me	9.10	0.68	340.00
		Mo	0.00	0.00	0.00
Different by Student's t-criteria (sign. 5%)			True	True	True

Figuur 30: Multi-scan formulier

Fontys Paramedische Hogeschool

Myometrical measurement report

Triple scan

Patient: **persoon 1** Location: Somewhere
 Date of birth: 12/27/1979 Age: 25 yrs Pattern: beginmeting
 Body mass: 50 kg Gender: F Date: 10:48:42 AM to 10:53:59 AM on 4/8/2005
 Height: 180 cm BMI: 15.432 kg*m⁻² Kick time: 15 ms Testing end mass: 20 g
 Group:

Muscle	Pos	Loc	Side	Relaxed			Contracted			Stiff index	Decr index
				Freq (Hz)	Decr	Stiff (N/m)	Freq (Hz)	Decr	Stiff (N/m)		
Tibialis Ant.	Sitting	Central	Right								
Tibialis Ant.	Sitting	Central	Left	13.00	0.79	440.0	26.90	1.25	777.0	1.069	0.655
Symmetry index (%)											
Peroneus L	Lying	Central	Right								
Peroneus L	Lying	Central	Left	14.10	1.10	321.0	17.80	1.30	517.0	0.262	0.784
Symmetry index (%)											
Gastr c.m.	Lying	Central	Right								
Gastr c.m.	Lying	Central	Left	10.00	0.85	227.0	13.20	0.69	378.0	0.320	1.293
Symmetry index (%)											
Arithmetic mean Right										-	-
Arithmetic mean Left										0.551	0.911
Arithmetic mean										0.551	0.911

Figuur 31: Triple-scan formulier

Bijlage 14 Enquête proefpersonen

Ik heb deel genomen aan de functionele/geïsoleerde* training.

Hoe heb je gehoord van dit afstudeerproject?

- ☐ Poster
- ☐ Email
- ☐ Aangesproken door een van ons
- ☐ Anders namelijk

Was je goed op de hoogte van wat je te wachten stond voordat je besloot mee te doen aan dit afstudeerproject?

Ja/ Nee* omdat,

.....

.....

.....

.....

Wat vond je van de gevolgde training?

Leuk/ niet leuk* omdat,

.....

.....

.....

.....

Wat vond je van de manier waarop de training gegeven werd?

Leuk/ niet leuk* omdat,

.....

.....

.....

.....

Heb je het idee dat de training gewerkt heeft?

Ja/ Nee* omdat,

.....

.....

.....

.....

Heb je door de training klachten van de onderste extremiteit gekregen?

Ja/ Nee*, zo ja wat voor een klachten,

.....

.....

.....

.....

Heb je eventuele op-, aanmerkingen, tips?

.....

.....

.....

.....

*door halen wat niet van toepassing is.

Bijlage 15 De operante definities met betrekking tot de vraagstelling

PhysioFlip: het betreft een apparaat dat de spierkracht van de onderbeenmusculatuur geïsoleerd één dimensionaal traint met als doel de actieve stabiliteit van de enkel te vergroten.¹¹

Actieve Stabiliteit: deze wordt gewaarborgd door stabiliserende (fixerende) spieren.¹

Geïsoleerde actieve stabiliteitstraining van de enkel: alleen de spierkracht van de actieve stabilisatoren van de enkel worden getraind zonder daarbij andere spieren te trainen.⁷

Functionele actieve stabiliteitstraining van de enkel: training volgens de richtlijnen die tegenwoordig gebruikt worden in de fysiotherapeutische praktijk en die de werkelijkheid zo goed mogelijk nabootst.⁷

Gezonde proefpersonen: proefpersonen moeten aan de volgende criteria voldoen. Binnen de leeftijdscategorie van achttien tot veertig jaar; lichaamsgewicht niet zwaarder dan honderd kilogram; Het afgelopen jaar geen acuut enkeltrauma; geen enkelfractuur in het verleden.

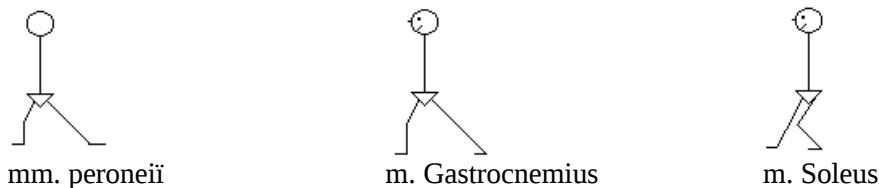
Bijlage 16 Protocol geïsoleerde training met behulp van de Foot Trottle

Dit trainingstraject traint de actieve stabiliteit van de enkel geïsoleerd door in zittende positie uitsluitend de actieve stabilisatoren van de enkel te trainen.

Warming- up (tien minuten).

- Trimmen gedurende vijf minuten in een stevig looptempo.
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) van beide benen volgens onderstaande tekeningen op rek gebracht (figuur 32). Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven.

De oefeningen worden acht seconden vast gehouden en drie keer herhaald.



Figuur 32: Rekken van de spieren

Uitgangshouding voor de training:

- De proefpersoon zit in een stoel met vier poten met de linker voet op de Foot Trottle en de rechter op een verhoging die dezelfde hoogte heeft als de Foot Trottle.
- Heupen en knieën zijn negentig graden gebogen.
- De handen liggen ontspannen op de bovenbenen.

Training (twintig minuten)

De proefpersoon beweegt de linkervoet (op de Foot Trottle) tien keer achtereenvolgend naar:

- Dorsaalflexie vervolgens naar
- Plantairflexie naar
- Abductie naar
- Adductie naar
- Pronatie en tot slot naar
- Supinatie.

De bewegingen worden rustig uitgevoerd, één seconde naar beneden één seconde terug. De rechtervoet blijft gedurende de training ontspannen staan op de verhoging.

Na een serie (alle bewegingsrichtingen tien keer) wordt één minuut rust gehouden.

Week één à drie series van tien herhalingen per bewegingsrichting.

Week twee à vier series van tien herhalingen per bewegingsrichting

Week drie à vijf series van tien herhalingen per bewegingsrichting

Week vier à zes series van tien herhalingen per bewegingsrichting

Cooling- down (zeven minuten)

- Uitlopen gedurende twee minuten in een stevig looptempo.
- Rekken: Verschillende spieren (groepen) op rek gebracht volgens tekeningen bij warming-up . Gedurende de rekoefening dient de gehele plantaire zijde van de voet op de grond te blijven. De oefeningen worden vijftien seconden vastgehouden en vier keer herhaald.

Taakverdeling:

Deze training wordt verzorgd door Lotte en Mariam