

# Bacheloropleiding Orthopedische Technologie

## Een Enkel-Voet Orthese bij voetheffersproblemen

Eigenschappen van de EVO in kaart gebracht



*Orthopedische  
Technologie  
Veltijd*



Mariska Boon

Studentnummer: 2091995

**Academiejaar 2012-2013**

Een Enkel-Voet Orthese bij voetheffersproblemen  
Eigenschappen van de EVO in kaart gebracht

Mariska Boon  
Studentnr. : 2091995

Eindhoven, februari 2013

Stagebedrijf: Heckert & van Lierop Orthopedie  
Stagebegeleider: Inge van Luytelaer  
Stagedocent: Jessica van Dijk  
Fred Holtkamp

Academiejaar 2012-2013 Fontys Hogeschool te Eindhoven  
Katholieke Hogeschool Kempen te Geel

## Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van mijn afstudeeronderzoek ter afsluiting van de opleiding Orthopedische Technologie aan de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven. Tijdens dit onderzoek heb ik de eigenschappen van vijf verschillende enkel-voetortheses (EVO's) in kaart gebracht. Dit heb ik gedaan doormiddel van literatuuronderzoek, enquêtes en stijfheidmetingen. Dit onderzoek heb ik uitgevoerd bij "Heckert & van Lierop" waar ik in dezelfde periode ook mijn afstudeerstage heb gevolgd.

Graag wil ik een aantal mensen bedanken die het mogelijk hebben gemaakt om dit onderzoek uit te voeren. Allereerst de medewerkers van "Heckert & van Lierop Orthopedie". Iedereen was altijd zeer behulpzaam tijdens de stage die ik daar gelopen heb. Daarnaast kreeg ik regelmatig goede tips over de inhoud en het verloop van mijn onderzoek. In het bijzonder wil ik Inge van Luytelaer bedanken voor de goede begeleiding en de heldere feed-back op mijn stagewerkzaamheden en onderzoek. Een groot deel van dit onderzoek bestaat uit een enquête waarvoor ik cliënten van "Heckert & van Lierop" en van "Livit Orthopedie" benaderd heb. Daarom wil ik ook de heer Caspar Brackel van "Livit Orthopedie" bedanken voor zijn medewerking aan dit onderzoek. Voor de begeleiding vanuit de opleiding Orthopedische Technologie wil ik Jessica van Dijk bedanken. Tot slot wil ik mijn familie bedanken met de getoonde interesse en steun tijdens deze afstudeerperiode.

Ik wens u veel leesplezier.

Mariska Boon

Eindhoven, februari 2013

## Samenvatting

Door het grote aanbod aan enkel-voet ortheses (EVO's) voor voetheffersproblemen, is het niet duidelijk welke keuzemogelijkheden er zijn, waardoor deze keuze niet altijd afgestemd is op de functiebeperking en de wens van de gebruiker. Vaak is er bij EVO's aangegeven bij welke indicatie deze gebruikt kan worden. Toch is het ook belangrijk om te weten wat precies de werking van de EVO's zijn om zo, vanuit een eisenpakket een EVO te kunnen kiezen die zo goed mogelijk aansluit bij de functiebeperking en het functioneren van de cliënt. Daarom worden de eigenschappen, het comfort en de cosmetiek van de polipropyleen (PP) maatwerk EVO, de ToeOFF, de Foot-Up, de confectie peroneusveer en de Push Aequi in kaart gebracht zodat er een objectievere en heldere EVO keuze gemaakt kan worden.

Met een literatuuronderzoek is er onderzocht wat er op dit moment bekend is over de eigenschappen van EVO's. Daarnaast is er tweedelig praktijkonderzoek uitgevoerd waarbij het eerste onderdeel bestond uit stijfheidmetingen van de EVO's met een zelf ontwikkelde meetopstelling. Daarbij is ook een omschrijving van de mechanica gemaakt aan de hand van de steunvlakken van de vijf EVO's. Het tweede onderdeel bestond uit een cliëntenonderzoek waarbij er via 147 verstuurde enquêtes onderzocht is wat de gebruiker zelf vindt van de functionaliteit, het comfort en de cosmetiek van de EVO. Deze eigenschappen, de beleving van de functionaliteit, het comfort en de cosmetiek zijn vervolgens gekoppeld aan het bestaande zorgplan.

Eigenschappen van EVO's zijn veelvuldig onderzocht. Hieruit blijkt dat voornamelijk de stijfheid, de enkelhoek en de hakhoogte een grote invloed hebben op het looppatroon van de gebruiker. De voetplaatlengte en spasme inhibitie hebben ook invloed op het looppatroon, dit echter in iets mindere mate.

De soepele PP maatwerk EVO, de confectie peroneusveer en de Push Aequi vallen onder de categorie soepel, met een plantairflexie stijfheid van respectievelijk 1,82 Nm/deg, 0,51 Nm/deg en 0,76 Nm/deg. De Foot-Up valt ook onder de categorie soepel alleen is daar geen gemiddelde stijfheid van te geven omdat deze met een elastiek werkt. De stijvere variant van de PP maatwerk EVO en de ToeOFF vallen onder de categorie semi-rigide met een plantairflexie stijfheid van respectievelijk 2,58 Nm/deg en 2,66 Nm/deg. Alle EVO's met uitzondering van de Foot-Up maken gebruik van een driepuntswerking om de voet te heffen. De Foot-Up geeft doormiddel van een elastiek dorsaalflexie assist om de voet te heffen.

Bij het cliëntenonderzoek zijn er geen resultaten van de confectie peroneusveer verwerkt omdat de geënquêteerde cliënten deze EVO niet meer gebruiken. Op functioneel gebied komt de PP maatwerk EVO als beste naar voren in het cliëntenonderzoek. De Foot-Up scoort het slechtste op functionaliteit. Qua pasvorm scoort de Push Aequi het beste, gevolgd door de PP maatwerk EVO en de ToeOFF. Op cosmetisch gebied doet de PP maatwerk EVO het minder goed. Voornamelijk de schoenkeuze wordt door deze EVO beperkt. Omdat de cliëntengroepen per EVO in dit onderzoek niet dezelfde grootte hebben, kunnen de verschillen die in dit onderzoek naar voren komen niet als significante verschillen gezien worden.

Aan de hand van de drie bovengenoemde deelonderzoeken is er een overzicht opgesteld waarmee schematisch de functiebeperking van de cliënt aan en EVO gekoppeld kan worden.

## Summary

Because there is a large range of Ankle-Foot Orthosis (AFO's) for problems with foot lifting, it is not always clear how to choose the correct AFO that matches with both the disabilities and wishes of the client. Nowadays there is only a description of the supplier and the knowledge of the orthopedic technologist about the functions of an AFO that specifies which AFO should be selected. Nevertheless, in order to make the right decision, it is important to know the properties of the different AFO's and understand how they work. Therefore the function properties, the comfort and the cosmetics of the polypropylene (PP) customized AFO, the ToeOFF, the Foot-Up, the confection peroneal splint and the Push Aequi AFO will be described and compared. In this way, it is possible to make a clear and objective AFO choice.

A literature study was performed in order to investigate the known function properties for each of the above mentioned AFO's. Besides this theoretical study, a practical study was carried out in order to investigate the differences in stiffness and forces that are exposed on the five tested AFO's. The stiffness measurement was done with a self made measuring device. Based on the AFO's support surface, a description of the exposed forces is made. The second part of the practical study included a client survey. In total 147 clients were asked to fill in a survey in which they could express their opinion about the functionality, the comfort and the cosmetics of their specific AFO. In the end, the results of both studies were combined and linked to the existing care plan.

In the past, the function properties of AFO's were investigated repeatedly. These studies show that especially the stiffness, the angle of the ankle and the height of the heel are very important factors for the final walking pattern of the user. Of less influence on the walking pattern are the foot-plait length and spasm-inhibitive-elements.

The flexible PP customized AFO, the confection peroneal splint and the Push Aequi are all AFO's in the category flexible with a plantar flexion stiffness of respectively 1,82 Nm/deg, 0,51 Nm/deg and 0,76 Nm/deg. The Foot-Up can also be categorized as a flexible AFO. However, this AFO does not have an average stiffness because it uses elastic. The stiffer edition of the PP customized AFO and the ToeOFF are both semi rigid with a plantar flexion stiffness of 2,58 Nm/deg and 2,66 Nm/deg. All examined AFO's employ a three-point principle excluding the Foot-Up, which uses an elastic dorsal flexion assist to lift the foot.

Because in most cases this AFO is not used anymore by the surveyed clients, the survey does not include results of the confection peroneal splint. Based on functionality, the PP customized AFO comes out best and the Foot-Up comes out worst. In the category comfort all the AFO's scored in the middle, except the Push Aequi which scored best. Especially because of the limited shoe selection, the PP customized AFO scored the worst in the category cosmetics. Because of the unequal size of the surveyed AFO groups, the differences in outcome of this investigation can be qualified as relative.

All the results from the literature study, the practical study and the client survey are brought together in one overview. With this overview it should be possible to match the disabilities of the client with the correct AFO.

## Inhoud

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| Voorwoord .....                                     | 3    |
| Samenvatting.....                                   | 4    |
| Summary .....                                       | 5    |
| Inhoud .....                                        | 6    |
| Inleiding.....                                      | 7    |
| Methode.....                                        | 11   |
| Literatuurstudie .....                              | 11   |
| Productonderzoek .....                              | 11   |
| Cliëntenonderzoek.....                              | 14   |
| Resultaten .....                                    | 16   |
| Literatuuronderzoek .....                           | 16   |
| Productonderzoek .....                              | 19   |
| Cliëntenonderzoek.....                              | 24   |
| Overzichtschema .....                               | 27   |
| Discussie & aanbevelingen .....                     | 28   |
| Conclusie .....                                     | 31   |
| Literatuurlijst .....                               | 32   |
| Figurenlijst.....                                   | 34   |
| Bijlage I Data-extractie tabel .....                | I    |
| Bijlage II Meetprotocol stijfheid .....             | II   |
| Bijlage III Enquête .....                           | III  |
| Bijlage IV Begeleidende brief.....                  | V    |
| Bijlage V Toestemmingsformulier.....                | VII  |
| Bijlage VI Resultaten enquête: functionaliteit..... | VIII |
| Bijlage VII GO/NO GO projectvoorstel .....          | IX   |
| Bijlage VIII GO/NOGO projectplan .....              | XI   |

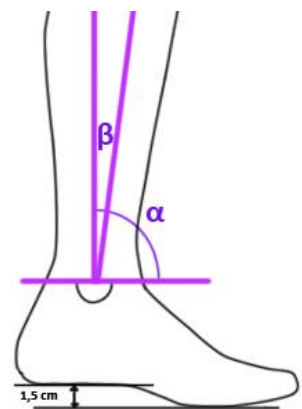
## Inleiding

In de afgelopen jaren is er een zorgplan ontwikkeld dat gebruikt wordt bij het maken van een keuze voor een orthese. Dit zorgplan is een onderdeel van de hulpmiddelenzorg (Nationaal informatie- en communicatietechnologie (ICT) Instituut in de Zorg, 2009). Het zorgplan begint met de hulpvraag van de cliënt en het functieonderzoek. Hier komt de oplossingsrichting uit voort en het wordt afgesloten met een pakket van eisen. De zorgvraag van de cliënt is gebaseerd op de indicatie van de specialist en de eigen verwoording van de cliënt. Het functieonderzoek bestaat uit een aantal lichamelijke testen. De oplossingsrichting beschrijft het beoogde gebruik van het hulpmiddel en het pakket van eisen geeft de eigenschappen weer waaraan het hulpmiddel moet voldoen. De stap die daarop volgt is de orthese keuze. (Nationaal informatie- en communicatietechnologie, Instituut in de Zorg, 2009)

Om een enkel-voetorthese (EVO) te kunnen kiezen is het van belang om te weten wat de eigenschappen van de EVO's precies zijn, want op dit moment kan er alleen uitgegaan worden van ervaring van de orthopedisch adviseur en de vaak gekleurde productinformatie van de leveranciers (van der Hoek, 2011). Daardoor is het lastig om te bepalen welke EVO voor welke functiebeperking ingezet kan worden (Fatone, 2008) en is de keuze vaak subjectief. Door eigenschappen van EVO's verder te karakteriseren kan het voorschrijfproces transparanter en objectiever gemaakt worden (Bregman, 2011). Dit is ook in lijn met de Cliq-classificatie<sup>1</sup> die opgesteld is om een eenheid in taal te creëren waarin de wensen en de mogelijkheden van de gebruiker met de eigenschappen van een hulpmiddel centraal staan (Baptist, van Herk & Popken, 2009). Omdat 10% van de hulpmiddelen nauwelijks en 17% van de hulpmiddelen helemaal niet gebruikt wordt door de cliënt (de Wit, 2006), is het belangrijk om een goede keuze te maken die zoveel mogelijk aansluit op de wensen van de gebruiker.

EVO's kunnen ingezet worden bij voetheffersproblemen en enkelinstabiliteit (Bancroft, McDonough, Lynas & Shakespeare, 2010). Voornamelijk bij voetheffersproblemen is de EVO-keuze lastig doordat mensen met een voetheffersprobleem vaak verschillende afwijkingen hebben (Chu & Reddy, 1995) zoals varus- of valguskanteling in de enkel of spasme in de voet. Om de keuze voor een EVO bij voetheffersproblemen gemakkelijker te maken is het van belang om te weten welke eigenschappen nodig zijn om de functieproblemen bij een cliënt op te lossen. EVO's die ingezet worden bij voetheffersproblemen kunnen de volgende eigenschappen hebben: een bepaalde stijfheid, het aangrijpingspunt van de grondreactiekracht, het limiteren of toestaan van flexie of extensie, een spasme-inhiberend element, anti-valgus/anti-varus, de drie-puntswerking en de enkelhoek van de EVO.

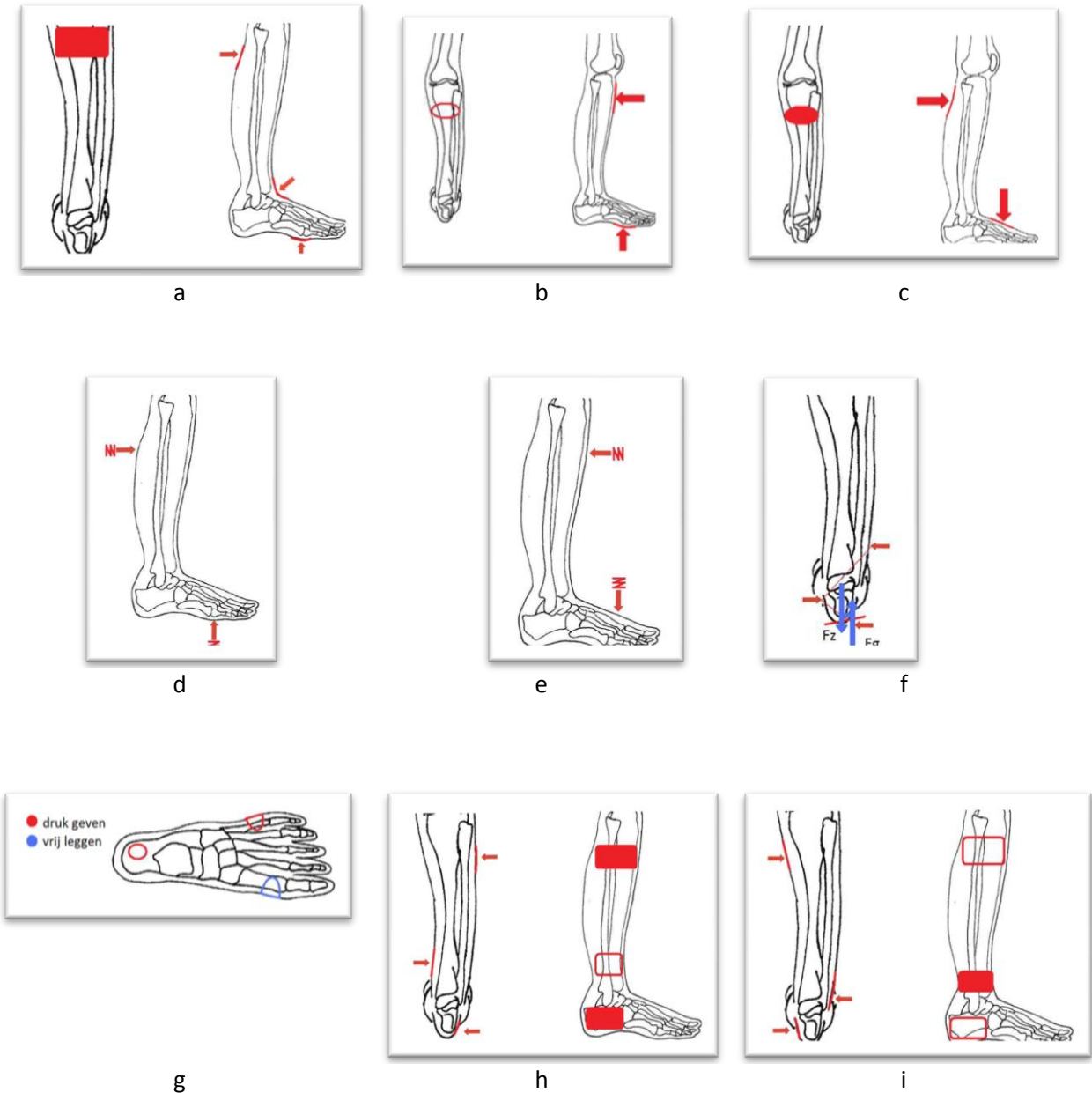
De neutrale enkelhoek is hoek  $\alpha$  in figuur 1 wordt gevonden door hoek  $\beta$  van  $90^\circ$  af te trekken. De neutrale enkelhoek is van belang om de mate van flexie in de knie bepalen. Samen met de stijfheid bepaald dit de eigenschap van de EVO die mee speelt in het compenseren van spierzwakte in het bovenbeen.



Figuur 1 Enkelhoek

<sup>1</sup> Cliq-classificatie is een uitbreiding op de international classificatie voor hulpmiddelen ISO 9999

De mechanische eigenschappen van de EVO's worden in figuren 2a t/m 2i weergegeven. De krachtenvlakken van de EVO bepalen het aangrijpingspunt van de grondreactiekracht, het limiteren of toestaan van flexie of extensie, een spasme-inhiberend element, anti-valgus/anti-varus en de drie-puntswerking.



Figuur 2 Mechanica: Voetheffing (a), floor-reaction naar extensie (b), floor-reaction naar flexie (c), dorsaalflexie assist (d), plantairflexie assist (e), spasme inhibitie (dorsaal zicht) (f), spasme inhibitie (g) anti-valgus (h) en anti-varus (i) (Bron: Paridaans, 2010)

Functiebeperkingen die cliënten kunnen hebben zijn: verminderde kracht of uitval in de dorsaalflexoren of plantairflexoren, varus- of valgus kanteling in de enkel, verminderde kracht in de Hamstrings of in de Quadriceps en spasme. Deze functiebeperkingen kunnen gekoppeld worden aan een oplossingsrichting (Brehm, Nollet, van Schie, Altmann, Nederhand, Harlaar et al. 2012). Tabel 1 geeft deze koppeling weer.

**Tabel 1 Koppeling functiebeperking- oplossingsrichting**

| Probleem                            | Oplossingsrichting                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| Verminderde kracht dorsaalflexoren  | Ondersteuning dorsaalflexie                |
| Verminderde kracht plantairflexoren | Dorsaalflexie beperken (ingesteld op 3-5°) |
| Uitval dorsaalflexoren              | Ondersteuning dorsaalflexie                |
| Uitval plantairflexoren             | Dorsaalflexie beperken (ingesteld op 3-5°) |
| Varus kanteling enkel               | Anti-varus                                 |
| Valgus kanteling enkel              | Anti-valgus                                |
| Verminderde kracht Hamstrings       | Floor-reaction naar flexie                 |
| Verminderde kracht Quadriceps       | Floor-reaction naar extensie               |
| Spasme                              | Spasme inhibitie                           |

Door het grote aanbod aan EVO's voor voetheffersproblemen, is het niet duidelijk welke eigenschappen de producten precies hebben, waardoor de EVO-keuze niet altijd afgestemd is op de functiebeperking en de wens van de gebruiker. Daarnaast moet er ook rekening gehouden worden met het comfort en de cosmetiek bij de EVO keuze (Bougie, Claus & Heerkens, 2001).

EVO's die regelmatig voorgeschreven worden bij voetheffersproblemen bij de firma "Heckert & van Lierop Orthopedie" en "Livit Orthopedie" zijn de Polipropyleen (PP) maatwerk EVO, de ToeOFF (figuur 3), de Foot-Up (figuur 4), de confectie peroneusveer (figuur 5) en de Push Aequi (figuur 6).



**Figuur 3 Ypsilon, ToeOFF & BlueRocker**  
Bron: [www.allard.com](http://www.allard.com)



**Figuur 4 Foot-Up Shoe-less**  
Bron: [www.ortho-europe.com](http://www.ortho-europe.com)



**Figuur 5 Peroneusveer**  
Bron: [www.handy-wijzer.nl](http://www.handy-wijzer.nl)



**Figuur 6 Push Aequi**  
Bron: [www.defysiomarkt.nl](http://www.defysiomarkt.nl)

De PP maatwerk EVO wordt per cliënt op maat gemaakt aan de hand van een gipsmodel. In dit gipsmodel kunnen verschillende eigenschappen verwerkt worden. De schelp van de PP maatwerk EVO loopt achter het been en onder de voet. De EVO komt met een band vast te zitten net boven de kuit. De ToeOFF is gemaakt van koolstof en loopt voor het been langs. Er is ook een stijvere of soepelere versie van de ToeOFF te verkrijgen respectievelijk de Blue Rocker en de Ypsilon (figuur 3). De Blue Rocker heeft dezelfde vorm als de ToeOFF, maar voornamelijk de enkelregio is steviger uitgevoerd. De Ypsilon heeft een open structuur en een soepeler enkelregio. De Foot-Up wijkt in vele opzichten af van de traditionelere EVO's. De Foot-Up is in stof uit gevoerd en geeft enkel een

weerstand tegen plantairflexie in de voet. Dit gebeurt doormiddel van een elastiek. Bij de Foot-Up komt er een band om de enkel en de veters worden over een inlay plaatje geregen. Er is ook een versie van de Foot-Up mogelijk waarbij geen schoen nodig is. Er komt dan ook een band rondom de voet (figuur 4). Tussen deze twee delen komt een sterk elastiek die de weggevallen of verminderde voetheffing ondersteund. De confectie peroneusveer is gemaakt van PP en loopt als een schelp achter het been en onder de voet langs. Deze EVO heeft een open structuur door de twee gaten die aan de achterkant van de schelp gemaakt zijn. De Push Aequi is een confectie EVO die gemaakt is om enkel instabiliteit tegen te gaan. Omdat deze EVO ook de plantaiflexie in de enkel beperkt kan deze EVO gebruikt worden bij voetheffersproblemen. De Push Aequi heeft een kunststof kap die achter de enkel en onder de voet loopt en die voor sluit met klittenband. Daarnaast zijn er twee brede elastieken die om de voet en de enkel gewikkeld moeten worden.

Door de eigenschappen van de deze EVO's in kaart te brengen ontstaat er een overzicht die gekoppeld kan worden aan het eisenpakket dat voortgekomen is uit de functiebeperkingen van een cliënt. Door dit overzicht te maken kan de keuze voor een bepaalde EVO duidelijker toegelicht worden naar de cliënt en de zorgverzekeraar.

De hoofdvraag luidt als volgt: Wat zijn de eigenschappen, de beleving van functionaliteit, comfort en cosmetiek van prefab en maatwerk EVO's die gebruikt worden bij voetheffersproblemen, in relatie tot de functiebeperking van de gebruiker?

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er de volgende deelvragen opgesteld:

- Wat is er op dit moment bekend over de eigenschappen van EVO's?
- Wat zijn de verschillen in stijfheid en mechanica van de vijf EVO's?
- Wat zijn de verschillen tussen de EVO's in functionaliteit, het comfort en de cosmetiek volgens de gebruiker?
- Hoe kan er een aansluiting gemaakt worden van de eigenschappen van de EVO's op het bestaande zorgplan?

## Methode

Het onderzoek is opgedeeld in drie onderdelen. Een literatuurstudie, een productonderzoek en een cliëntenonderzoek. Als eerste is er gestart met de literatuurstudie. De literatuurstudie vormde de basis voor de rest van het onderzoek. De deelvraag 'wat is er op dit moment bekend over de eigenschappen van EVO's?' wordt beantwoord in het literatuuronderzoek. De deelvraag 'wat zijn de verschillen in stijfheid en mechanica van de vijf EVO's?' wordt beantwoord in het productonderzoek en de deelvraag 'wat zijn de verschillen tussen de EVO's in functionaliteit, het comfort en de cosmetiek volgens de gebruiker?' in het cliëntenonderzoek.

### Literatuurstudie

Om meer inzicht te krijgen in de eigenschappen van EVO's is er gezocht naar Nederlandse en internationale studies en reviews die hier betrekking op hebben. De betreffende literatuur werd gevonden op [biop.nu](http://biop.nu) en PubMed. Er werd gezocht met de volgende zoektermen: Ankle foot orthosis, lower limb orthoses, ground reaction force, properties, rigidity, stiffnesses, measure techniques, load, limitation of flexion/extension, three-point principle, spasticity en de Nederlandse vertaling van deze woorden. Ook zijn de zoektermen gecombineerd met 'AND' en 'OR'. Vervolgens is er gebruik gemaakt van de sneeuwbalmethode waarbij de literatuurlijst van relevante artikelen gebruikt werd om andere relevante artikelen te vinden. De kwaliteitscontrole is uitgevoerd aan de hand van de volgende vragen: wat is er onderzocht? Waarom is het onderzocht? Wat werd er gevonden? Wat zijn sterke en zwakke punten? Wat betekenen de resultaten in de praktijk?

De artikelen zijn gerangschikt in een data-extractie tabel. In deze tabel zijn de belangrijkste gegevens van alle artikelen verwerkt. Een voorbeeld van het data-extractie tabel is te vinden in bijlage I. De volgende inclusiecriteria zijn gebruikt bij dit onderzoek: artikelen over eigenschappen van EVO's; onderzoeken naar de invloed van eigenschappen van EVO's op het looppatroon; EVO's voor gebruik bij een chronische aandoening; EVO's voor voetheffersproblemen; Randomized Controlled Trials (RCT's), systematic reviews en cohort studies. Exclusie criteria waren: kinder EVO's; sportbraces; therapeutische EVO's; EVO's die niet in confectieschoenen passen en studies die voor 1990 gepubliceerd zijn.

### Productonderzoek

In het productonderzoek is er beoordeeld wat de eigenschappen van de EVO's zijn. Het productonderzoek is voor het grootste gedeelte een kwantitatief onderzoek, met uitzondering van het onderdeel mechanica, dit is een kwalitatief onderzoek. Het beoordelen van de EVO's gebeurde op basis van de volgende eigenschappen en methoden:

#### *Stijfheid*

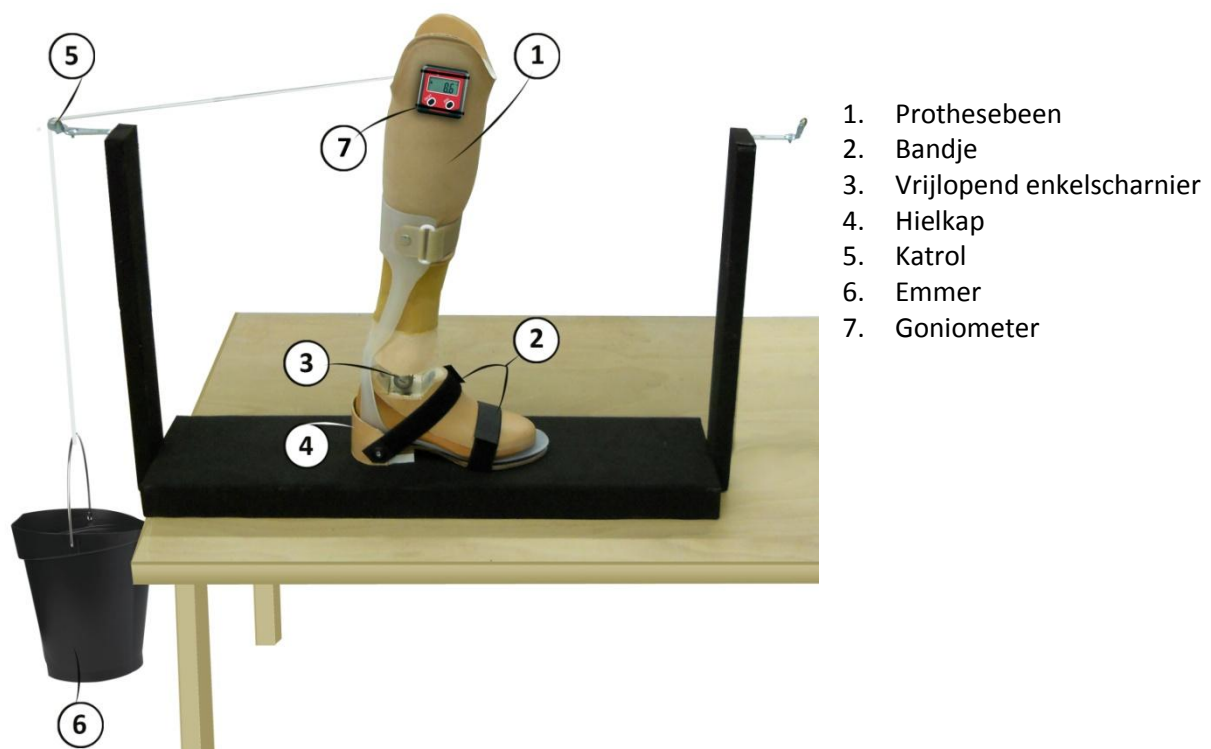
In het productonderzoek is er beoordeeld wat de eigenschappen van de EVO's zijn. Van een aantal EVO's is de stijfheid bekend, maar deze stijfheid is steeds op een andere methode gemeten (Sumiya, Suzuki, Kasahara, 1996; Rozumalski, Koops, de Groot, Schwartz & Harlaar, 2009; Kobayashi, Leung, Akazawa & Hutchins, 2011) en kunnen daarom niet goed worden vergeleken.

De stijfheid werd in dit onderzoek bepaald aan de hand van metingen in een meetopstelling. Om elke meting hetzelfde te laten verlopen is er een meetprotocol opgesteld. Deze is te vinden in bijlage II. De meetgegevens zijn verwerkt in het programma Excel.

Vervolgens zijn de EVO's ingedeeld in drie stijfheidscategorieën: rigide, semi-rigide en soepel. Omdat de waarden van de stijfheidscategorieën in de literatuur veel van elkaar verschillen, is er vooraf geen onderverdeling gemaakt over welke stijfheid in welke categorie valt.

Om alle EVO's uit dit onderzoek te kunnen meten op stijfheid is er een meetopstelling ontwikkeld waarop alle EVO's uit dit onderzoek gemeten konden worden. Door kracht uit te oefenen door middel van gewicht, is de invloed van de persoon die de meting uitvoert geminimaliseerd. Toch kan deze meetopstelling niet als 100 procent nauwkeurig beschouwd worden omdat de EVO niet volledig star ingespannen in de meetopstelling staat. Dit heeft echter nauwelijks een negatief effect op de resultaten aangezien voor dit onderzoek alleen een indicatie van de stijfheid nodig is om ze met elkaar te kunnen vergelijken. De exacte stijfheid is dus minder van belang. In totaal zijn er zes EVO's gemeten: een soepelere PP maatwerk EVO, een stijvere maatwerk EVO, een ToeOFF, een Foot-Up, een confectie peroneusveer en een Push Aequi.

De meetopstelling bestaat uit een basisopstelling van een rechte balk met twee opstaande pilaren aan beide zijden (figuur 7). Boven op deze pilaren zijn katrollen gemonteerd. Een prothesebeen met een vrijlopend één-assig enkelscharnier en een zool met een hakhoogte van anderhalve centimeter. Deze zool met hielkap, is vastgemaakt op de basisopstelling zodat het draaipunt van de enkel precies in het midden tussen pilaren uitkomt. Hierdoor kan er in beide richtingen dezelfde kracht uitgeoefend worden. De hielkap zorgt ervoor dat alle EVO's op de zelfde plaats in de meetopstelling komen te staan en de bandjes houden de EVO en het been op zijn plaats. Loodrecht op het prothesebeen wordt een goniometer gemonteerd van het merk Toolcraft met een nauwkeurigheid van  $\pm 0,1^\circ$ . De lengte van het prothese been, van de knie tot het enkelgewricht, is 0,4 meter. De hoogte van het vrijlopend één-assige enkelscharnier is bepaald aan de hand van het fysiologische enkelscharnier. Deze loopt door het midden van de laterale malleoli en ongeveer een halve centimeter onder en een halve centimeter achter de mediale malleoli. De wrijving van het vrijlopende enkelscharnier en de katrol zijn verwaarloosbaar omdat alle EVO's in dezelfde meetopstelling gemeten worden.



Figuur 7 Meetopstelling

Nadat de EVO in de meetopstelling is geplaatst werd de hoek afgelezen van de goniometer en genoteerd. Vervolgens komt er via het achterste katrol een emmer van een halve kilogram aan een koord te hangen. Dit doet het been in plantairflexie richting bewegen. Hierbij wordt het aantal graden van de enkelhoek genoteerd. Vervolgens komt er steeds een gewicht bij in etappes van 0,1 kilogram. Bij elke gewichtstoename wordt de enkelhoek genoteerd. De maximale plantairflexie hoek is bij een mens gemiddeld dertig graden (Lohman, 2008). Bij de meeste EVO's is het echter niet mogelijk op een enkelhoek van dertig graden plantairflexie te maken. Daarom is er in deze richting gemeten tot een enkelhoek van tien graden. Vervolgens zijn dezelfde handelingen uitgevoerd met het koord over de voorste katrol om de dorsaalflexie stijfheid te meten. De dorsieflexie hoek is bij mensen gemiddeld twintig graden. Er is echter gemeten tot een enkelhoek van vijftien graden dorsaalflexie. Meten tot een grotere enkelhoek zou resulteren in onjuiste waardes omdat de rek op de onderdelen van de testopstelling niet bestand zijn tegen hoge krachten, waardoor de metingen negatief beïnvloeden zouden worden.

Formule stijfheid:

$$k = \frac{M}{\theta}$$

k: rotatiestijfheid in Nm/deg

M: moment in Nm

$\theta$ : hoekverdraaiing in graden

Moment berekenen:

$$M = F \times r$$

F: kracht in kg

r: afstand in m

Ook de neutrale enkelhoek is gemeten in de meetopstelling. Hiervoor zijn de EVO's om het been geplaatst en de hoek afgelezen op de goniometer (figuur 7). Dit is de hoek  $\beta$  in figuur 1 deze hoek is van 90° af getrokken. De hoekmeting is gedaan met een hakhoogte van anderhalve centimeter en met de EVO in neutrale positie.

De richting waarin de krachten van de EVO werken bepaalt de functie ervan. De EVO's zijn gerangschikt naar de eigenschappen aan de hand van de figuren 2a t/m 2i. Bij elk product is er na gegaan waar de steunvlakken zitten en wat dit voor invloed heeft op de gebruiker. De gegevens die uit het productonderzoek zijn voortgekomen, zijn in een overzicht ondergebracht zodat er per EVO duidelijk te zien is wat de eigenschappen zijn. Vervolgens is deze tabel gekoppeld aan het bestaande zorgplan.

## Cliëntenonderzoek

Het cliëntenonderzoek was een kwantitatief onderzoek en is uitgevoerd doormiddel van een enquête. De cliënten die benaderd zijn waren afkomstig van de firma “Heckert & van Lierop Orthopedie” en “Livit Orthopedie”. Vanuit de cliëntenbestanden van deze bedrijven werden de cliënten die een EVO gebruiken bij voetheffersproblemen, geselecteerd. Om zoveel mogelijk respons te krijgen op de enquête is deze met een gefrankeerde retourenveloppe, een begeleidende brief en een toestemmingsverklaring naar de mensen verstuurd. De enquête met begeleidende brief en toestemmingsverklaring zijn te vinden in bijlage III, IV en V.

### Inclusiecriteria:

- Cliënten die een PP maatwerk EVO, een ToeOFF, een Foot-Up, een confectie peroneusveer of een Push Aequi gebruiken.
- Cliënten met een chronisch voetheffersprobleem die ouder zijn dan 18 jaar. Kinderen zijn niet meegenomen in het onderzoek omdat het aantal EVO's dan te groot was geworden.
- Cliënten die minder dan een jaar geleden een nieuwe EVO hebben gekregen. Deze termijn is gesteld omdat anders de kans bestaat dat de cliënt de EVO niet meer gebruikt.

De basis van de enquête was een vragenlijst uit een eerder onderzoek: The effect of a hinged ankle foot orthosis on hemiplegic gait: objective measures and users' opinions (Tyson & Thornton, 2000). Hierin wordt onderzoek gedaan naar de invloed van een EVO met een enkelscharnier op het looppatroon bij mensen met een aangedaan gangpatroon. Hierin werden vragen gesteld over de mening van de gebruiker met betrekking tot de functionaliteit van de EVO met een vijf-punten Likert schaal. Vervolgens zijn de categorieën comfort en cosmetiek aan de enquête toegevoegd. Van deze twee categorieën zijn in geen eerder gebruikte enquêtes gevonden. Daarom zijn de vragen in de enquête over comfort en cosmetiek samen gesteld met het oog op het te bereiken doel. Namelijk hoe de gebruiker het comfort en de cosmetiek ervaart. In dit onderzoek zijn vijf-punten Likert schalen gebruikt om de drie categorieën te meten. Zo konden de vragen van een categorie bij elkaar opgeteld worden tot een totaalscore. Zo is de verbetering die de gebruiker ervaart bij het dragen van de EVO getoetst aan de hand van zes vragen die met een vijf-punten Likert schaal beantwoord worden. Waarbij één 'veel verbetering' betekent en vijf 'niet verbeterd'. Om te zien of er veel verbetering is opgetreden per EVO zijn de waardes hergecodeerd zodat vijf voor 'veel verbeterd' staat en één voor 'niet verbeterd'. De vragen die gecombineerd worden moeten een sterke samenhang vertonen, aangezien er aan de hand van een schaal normaalgesproken enkel een algemeen kenmerk wordt gemeten. Om te onderzoeken in hoeverre de vragen in hetzelfde meten, is de Cronbach's  $\alpha$  berekend (Baarda, de Goede & van Dijkum, 2007). De enquête is voorafgaande aan het daadwerkelijke afnemen eerst door vier proefpersonen ingevuld. Hiermee is er getoetst of de vragen duidelijk en valide waren. Vanuit deze testfase zijn er een aantal vragen van de enquête aangepast. De rest van de vragen waren duidelijk en goed te beantwoorden voor de proefpersonen.

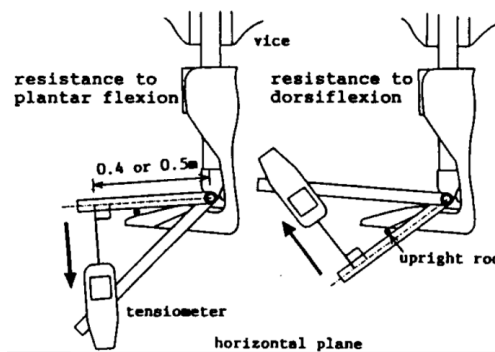
Er zijn in totaal 147 enquêtes verstuurd. Hiervan zijn er veertig verstuurd naar mensen met een PP maatwerk EVO, zevenendertig naar mensen met een ToeOFF, veertig naar mensen met een Foot-Up, tien naar mensen met een confectie peroneusveer en twintig naar mensen met een Push Aequi. Er zijn minder enquêtes verstuurd naar cliënten met een confectie peroneusveer of een Push Aequi omdat deze EVO's minder vaak worden voorgeschreven bij voetheffersproblemen binnen de bedrijven waar de cliëntenbestanden van gebruikt zijn. De resultaten van het cliëntenonderzoek zijn verwerkt in het programma SPSS met de ANOVA toets en de gegevens zijn weergegeven in grafieken waarbij te zien is welk element (functionaliteit, comfort, cosmetiek) beter naar voren komt per EVO. Om een goede vergelijking te kunnen maken is het belangrijk dat het respons van elke EVO groep ongeveer even groot is.

Omdat het cliëntenonderzoek gedaan is aan de hand van een enquête en er geen inbreuk is gemaakt op de psychische integriteit van de geënquêteerde, valt dit onderzoek niet onder de wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO) (Ministerie van Volksgezondheid, welzijn en sport, 2002). Wel is er rekening gehouden met de door medisch-ethische toetsingscommissies (METC) gestelde zorgvuldigheidseisen (Koppelaar, Moonen, Wouters, van Zaalen, 2012). De enquête is verstuurd met een begeleidende brief waarin uitleg wordt gegeven over het doel van de enquête, wat de procedure is en dat de gegevens anoniem verwerkt worden. Samen met de begeleidende brief is er ook een toestemmingsverklaring meegestuurd die de cliënten moesten ondertekenen.

## Resultaten

### Literatuuronderzoek

De stijfheid is een belangrijke eigenschap van de EVO. Er wordt zelfs gesuggereerd dat de plantairflexie stijfheid bij het initiële contact de belangrijkste eigenschap is (Yamamoto, Kubo, Kawai, Hayashi, Iwasaki, et al. 1993). Doordat er verschillende parameters zijn die de stijfheid van een EVO beïnvloeden (Nagaya, 1997; Sumiya et al. 1996) is het moeilijk om een eenduidige EVO te produceren (Convery, Greig, Ross & Sockalingam, 2004). De parameters die de stijfheid beïnvloeden zijn: de dikte van het materiaal, de hoogte van de EVO, de hoogte van de mediale rand, de hoogte van de laterale rand, de diepte van de achterkant van de EVO en de radius van de enkelhoek. De trimlijn van deze enkelhoek is een zeer bepalende factor voor de stijfheid. Hoe groter de radius hoe stijver de EVO is in plantair- en in dorsaalflexie richting (Sumiya et al. 1996). Sumiya et al. (1996) heeft dit onderzocht aan de hand van een polipropyleen (PP) maatwerk EVO waar de trimlijn steeds aangepast werd. Na elke verandering werd de EVO getest met een testopstelling waarmee de stijfheid gemeten kon worden (figuur 8).



Figuur 8 Testopstelling stijfheidsmeting (Bron: Sumiya et al. (1996))

Naast de plantairflexie stijfheid heeft de PP maatwerk EVO ook een dorsieflexie stijfheid waar rekening mee gehouden moet worden. Sommigen onderzoekers zeggen dat dit een ongewenst effect is van de EVO (Yamamoto, Hagiwara, Mizobe, Yokoyama & Yasui, 2005), maar de dorsiflexie stijfheid kan wel de voetafzet ondersteunen als deze onvoldoende is bij de gebruiker door verzwakte m. soleus en m. gastrocnemius (Lehmann, Esselman, Ko, Smith, deLateur & Dralle, 1983).

Uit verschillende onderzoeken komt naar voren dat de stijfheid van de EVO afgestemd moet worden op de mate van spasticiteit en de spierzwakte van de cliënt (Nagaya, 1997; Sumiya et al., 1996). Maar in de praktijk is het lastig om de juiste stijfheid te bepalen. Er zijn wel verschillende apparaten ontwikkeld om de stijfheid te meten. De ene is geavanceerder dan de andere. Zo beschrijft het artikel 'A new method for evaluating Ankle Foot Orthosis characteristics: Bi-articular Reciprocating Universal Compliance Estimator (BRUCE)' (Bregmann et al. 2009) een apparaat waarmee de stijfheid van EVO's getest kan worden. Er bestaan ook eenvoudiger methoden om de stijfheid te meten zoals de testmethode van Nagaya (1997). In het onderzoek van Bregman, van der Krogt, de Groot, Harlaar, Wisse & Collins (2011) is de soepelste EVO  $110 \text{ Nm rad}^{-1}$ , een gemiddeld stijve EVO  $410 \text{ Nm rad}^{-1}$  en een stijve EVO  $550 \text{ Nm rad}^{-1}$ . Andere onderzoeken beschrijven de stijfheid weer met  $\text{Nm/deg}$ . In het onderzoek 'Design of a stiffness-adjustable ankle-foot orthosis and its effect on ankle joint kinematics in patients with stroke' van Kobayashi et al. (2011) gaan ze bijvoorbeeld uit van vier plantairflexie stijfheidscategorieën. Waarbij level één een stijfheid heeft van  $0,32 \text{ Nm/deg}$ , level twee een stijfheid van  $0,41 \text{ Nm/deg}$ , level drie een stijfheid van  $0,76 \text{ Nm/deg}$  en level vier een stijfheid van  $1,26 \text{ Nm/deg}$ . Beide onderzoeken namen de loopsnelheid ook mee bij de berekeningen. Toch zijn ze lastig

te vergelijken omdat er niet aangegeven is met elke kracht er gemeten wordt, waardoor de waarden niet om te rekenen zijn. Sumiya et al. (1996) laten in hun onderzoek de loopsnelheid achter wegen en meten de kracht als de EVO vijftien graden in dorsaalflexie of vijftien graden plantairflexie is. Bij vijftien graden dorsaalflexie werd er bij de stijfste EVO een kracht van 10,5 Nm gemeten en bij de soepelste EVO een kracht van 2,7 Nm. Bij vijftien graden plantairflexie werd er bij de stijfste EVO een kracht van 27,5 Nm gemeten en bij de soepelste EVO een kracht van 7,2 Nm. In de praktijk moet de juiste stijfheid bepaald worden door de trimlijnen bij te stellen zodat er een optimaal looppatroon ontstaat (Nagaya, 1997).

Het lopen met een pathologisch gangpatroon kost extra energie. Doordat de plantairflexoren niet goed werken wordt er tijdens het lopen gecompenseerd vanuit de knie en de heup (Yamamoto et al., 2005). Uit het onderzoek van Bregman et al. (2011) is gebleken dat de stijfheid van de EVO veel invloed heeft op het verbruik van de energie tijdens het lopen. In dit onderzoek is er een simulatiemodel gemaakt die het lopen van een mens simuleert. Tijdens het lopen gaat de meeste energie verloren tijdens het hielcontact en op het moment dat de knie maximaal in extensie gaat. Lopen met een gemiddeld stijve EVO ( $410 \text{ Nm rad}^{-1}$ ) kost drie maal minder energie dan lopen met de soepelste EVO uit dit onderzoek ( $\pm 100 \text{ Nm rad}^{-1}$ ). Lopen met een zeer stijve EVO ( $550 \text{ Nm rad}^{-1}$ ) kost twee keer meer energie dan lopen met de gemiddeld stijve EVO. Dit heeft te maken met het moment waarop de energie die opgeslagen is in de EVO weer teruggegeven wordt. Als de EVO te stijf is wordt de energie te vroeg terug gegeven om te ondersteunen bij de voetafzet, maar als de EVO te soepel is dan wordt de energie te laat afgegeven.

Het aangrijpingspunt van de grondreactiekracht is te veranderen met de enkelhoek en de voetplaatlengte (Fatone, Gard & Malas, 2009). Uit het onderzoek van Yamamoto et al. (2005) is gebleken dat de eigenschappen van een EVO niet alleen invloed heeft op de bewegingen in de enkel, maar ook op de bewegingen in de knie en de heup. Voor dit onderzoek is er een EVO ontwikkeld met een oliedempstelsel waarmee de stijfheid ingesteld kan worden. De uitlijning van een EVO kan veel verandering teweeg brengen in de momenten die op het enkel-, knie- en heup gewricht werken tijdens het lopen. Volgens Yamamoto et al. (2005) ontstaat er een hyperextensiemoment in de knie als de EVO te veel in plantairflexie is opgebouwd. Er ontstaat echter een onstabiele knie als de EVO te veel in dorsaalflexie is opgebouwd. De uitlijning van de voet ten opzichte van het onderbeen moet afgestemd worden op de



**Figuur 9 Hoge hak**  
(Bron: Cook & Cozzens, 1976)

hakhoogte (Cook & Cozzens, 1976). In het onderzoek van Cook & Cozzens (1976) zijn er foto's gemaakt van iemand die drie verschillende EVO's draagt met een variërende enkelhoek. Deze EVO's worden ook steeds gedragen met verschillende hakhoogtes. Door een hogere hakhoogte ontstaat er een



**Figuur 10 Gemiddelde hakhoogte**  
(Bron: Cook & Cozzens, 1976)

flexiemoment in de knie en door een lagere hakhoogte te kiezen ontstaat er een extensiemoment in de knie (figuur 9 t/m 11). Er is nog een belangrijke factor die het moment in de knie kan beïnvloeden. Zo blijkt uit het onderzoek van Fatone et al. (2009) dat de voetplaatlengte invloed heeft op het extensiemoment in de knie tijdens hielcontact. In dit onderzoek is er gekeken naar het effect van EVO-uitlijning en voetplaatlengte op de sagittale knie kinematica bij patiënten met hemiplegie. Er zijn drie verschillende PP maatwerk EVO's met een enkelscharnier getest. De eerste EVO had een

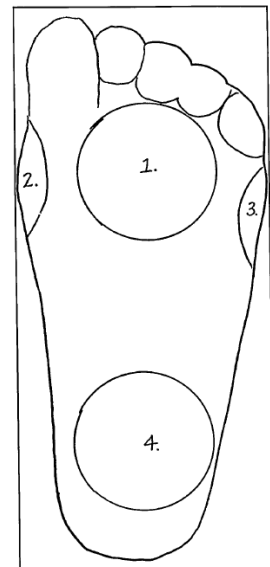


**Figuur 11 Lage hak**  
(Bron: Cook & Cozzens, 1976)

plantairflexie stop op 90° en een vlakke voetplaat over de volledige lengte van de voet. De tweede EVO had een plantairflexiestop op 95°, met eenzelfde soort voetplaat en de derde EVO had dezelfde enkel uitlijning, maar de voetplaat verkort tot aan de metatarsaal koppen. Er blijkt dat een langere voetplaatlengte een groter extensie moment op de knie geeft tijdens hielcontact. Uit dit onderzoek blijkt ook dat een plantairflexie stop ervoor zorgt dat er geen overmatige knie extensie ontstaat tijdens hielcontact. Dit is in overeenstemming met andere onderzoeken die hetzelfde resultaat zagen (Gök, Küçükdeveci, Altinkaynak, Yavuzer & Ergin, 2003; Lehmann, Condon, Price & deLateur, 1987). Naast het effect van de plantairflexie stop was er in het onderzoek van Fatone et al. (2009) te zien dat het verlengen van de voetplaat een klein effect had op de grondreactiekracht, deze verschuift dan een beetje naar voren, maar het heeft een groot effect op de knie. Er ontstaat dan eerder een extensiemoment tijdens de standfase.

Een PP maatwerk EVO biedt de mogelijkheid om een spasme inhiberend element in de EVO te verwerken (Ford, Grotz & Klope Shamp, 1986). Bij mensen met spasme zijn er verschillende regio's onder de voet die reflexen in de onderbeenspieren teweeg brengen. Elke regio geeft een reflex aan een andere spier. Deze regio's zijn te zien in figuur 12.

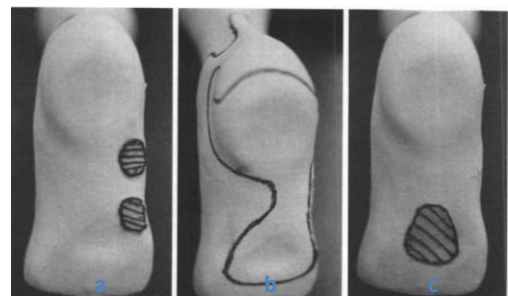
1. De bal van de voet ter hoogte van de tweede en de derde teen. Als deze regio gestimuleerd wordt geeft dit een teen grijp reflex en adductie reflex.
2. Stimulatie van de mediale zijde van de voet ter hoogte van de basis van metatarsaal I geeft een inversie reflex aangestuurd door de tibialis anterior en posterior. Dit kan in combinatie gaan met flexie of extensie van de tenen.
3. Stimulatie van de laterale zijde van de voet ter hoogte van metatarsaal V geeft een reflex aan de peroneus brevis en resulteert in een eversie reflex ook in combinatie met flexie of extensie van de tenen.
4. Stimulatie van de onderzijde van de hak geeft een dorsiflexie reflex (Duncan, 1960).



**Figuur 12 Reflex regio's**  
(Bron: Lima, 1989)

Door de regio van een antagonist van de spier die spasme vertoont te stimuleren en de regio vrij te leggen die juist een reflex opwekt bij deze spier, kan de spasme gereduceerd worden.

Om spasme te inhiberen kan er druk gegeven worden onder de voet aan de laterale zijde (figuur 13a) (Ford et al., 1986). Dit stimuleert de eversie en proximale stabiliteit (Duncan 1960). De regio rond de basis van metatarsaal I wordt juist ontlast (figuur 13b). Ook de rest van de metatarsaal koppen worden ontlast door hier een metatarsaal pelotte achter te plaatsen (figuur 13c). Dit gaat het grijpreflex van de teen tegen (Ford et al., 1986). In het onderzoek van Ford et al (1986) wordt er voor vijfendertig cliënten een PP maatwerk EVO op maat gemaakt volgens dit principe. Na metingen met en zonder orthese bleek dat er met de orthese een normaler looppatroon ontstond waarbij de voet minder in varus en supinatie gaat tijdens de zwaafase. Ook Iwata, Kondo, Sato, Satoh, Soma & Tsushima (2003) onderzochten het effect van een spasme inhiberend element in de EVO. Zij hadden echter alleen een langwerpige pelotte in de EVO geplaatst net voorbij de metatarsaal koppen, om het teen-grijpreflex tegen te gaan. Bij dit onderzoek werd er ook verbetering gezien in het looppatroon. In de groep van testpersonen met spasme was de loopsnelheid hoger, de staplengte vergroot en de cadans verhoogt, tijdens het lopen met de EVO met spasme inhiberende pelotte.

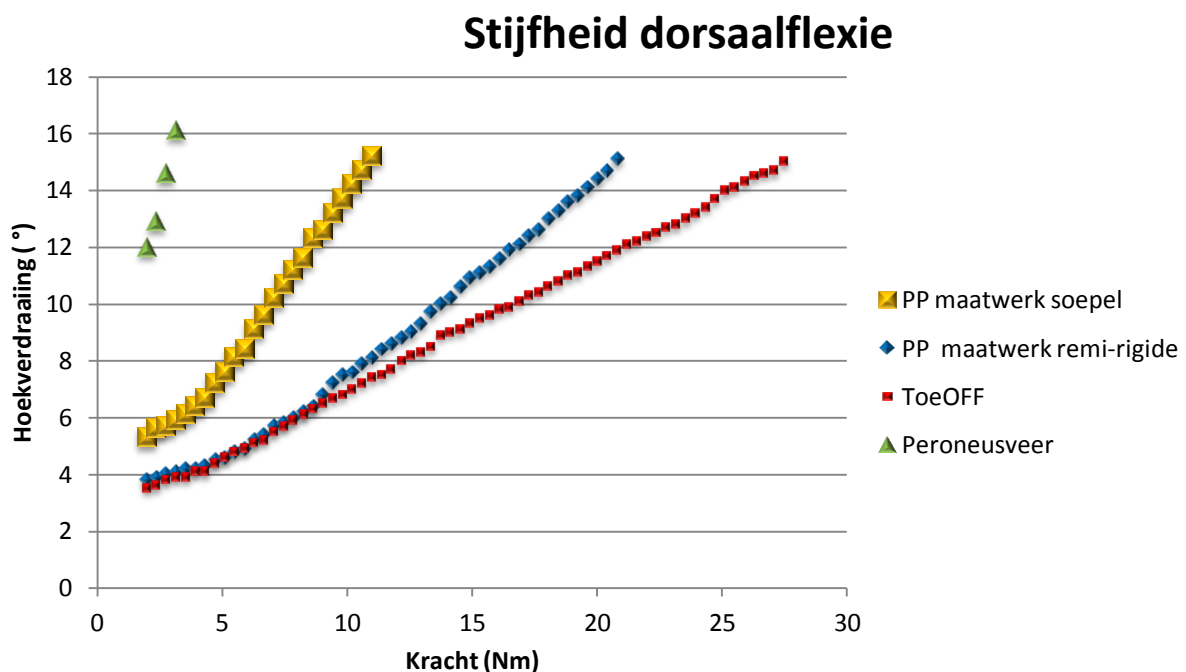


**Figuur 13 Methode voor spasme inhibitie** (Bron: Ford et al. 1986)

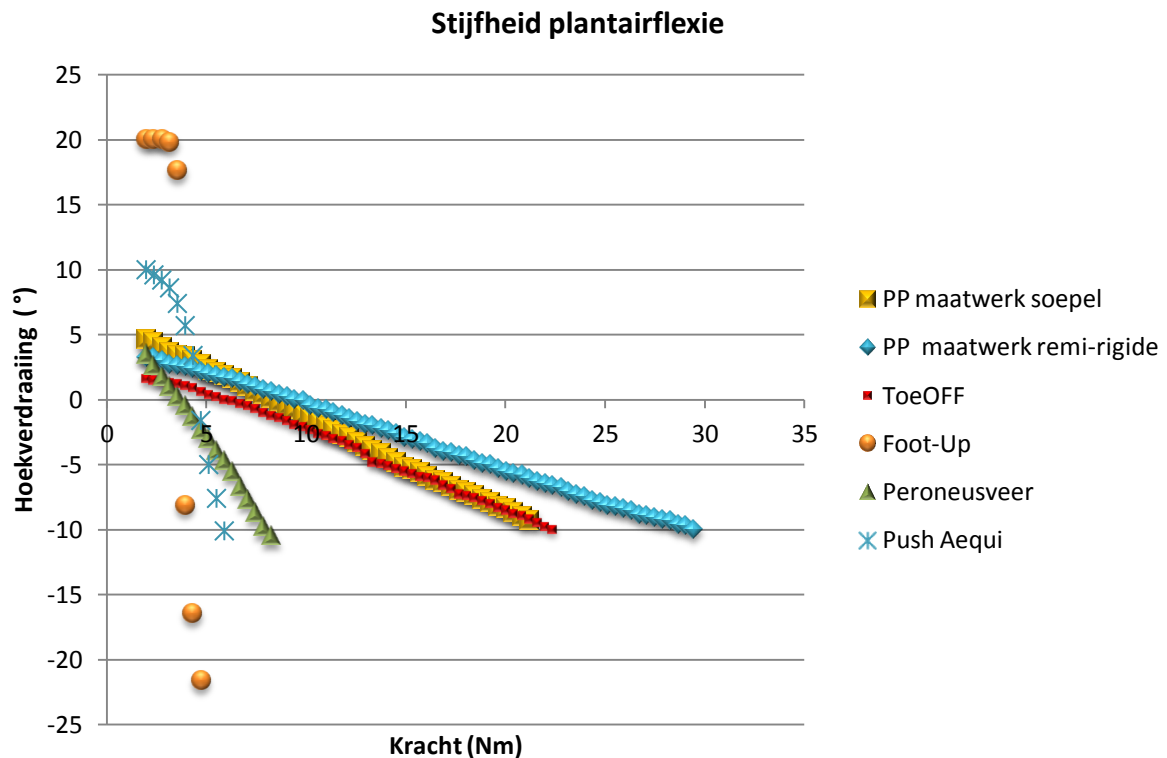
## Productonderzoek

### Stijfheid

De stijfheid van de EVO's is gemeten aan de hand van een meetopstelling zoals is omschreven in de methode. De stijfheid van de PP maatwerk EVO is variabel in plantairflexie en dorsieflexie. Zoals uit het literatuuronderzoek naar voren kwam is dit afhankelijk van de radius in de enkelregio, de dikte van het materiaal en de hoogte van de mediale en laterale rand. De stijvere EVO die voor dit onderzoek gemeten is heeft een gemiddelde stijfheid van 3,10 Nm/deg in plantairflexie richting en 2,58 Nm/deg in dorsaalflexie richting. De soepelere PP maatwerk EVO heeft een plantairflexie stijfheid van 1,82 Nm/deg en een dorsaalflexie stijfheid van 1,69 Nm/deg. In figuur 14 is te zien dat allebei de PP maatwerk EVO's in dorsaalflexie richting een curve vertoont. Dit betekent dat de EVO steeds minder stijfheid heeft naar gelang de doorbuiging. Als de curves van de soepele en de stijve EVO vergeleken worden in figuur 14 en 15, dan is er te zien dat de soepele EVO in dorsaalflexie richting veel soepeler is dan de stijvere versie, maar in plantairflexie richting is er minder verschil. Het verschil dat wel te zien is in plantairflexie richting is dat er bij de stijvere EVO meer kracht nodig is om dezelfde hoekverdraaiing te krijgen als bij de soepelere EVO.



Figuur 14 Stijfheid van de EVO's in dorsaalflexie richting



**Figuur 15** Stijfheid van de EVO's in plantairflexie richting

Bij de ToeOFF is de stijfheid niet in te stellen of te veranderen. Wel is er een stijvere of soepelere versie van de ToeOFF te verkrijgen respectievelijk de Blue Rocker en de Ypsilon. De Blue Rocker en de Ypsilon zijn niet gemeten in de meetopstelling. De stijfheid van de ToeOFF neemt toe naar mate er een grotere maat gekozen wordt (Professional Instructions, Ypsilon, ToeOFF en Blue Rocker). In dit onderzoek is een Blue Rocker maat L gemeten. Hierbij is een gemiddelde stijfheid gemeten van 2,17 Nm/deg in plantairflexie richting en 2,66 Nm/deg in dorsaalflexie richting. De stijfheid van de ToeOFF blijft nagenoeg gelijk naar gelang de doorbuiging. Dit is te zien aan de lineaire verloop van de hoekverdraaiing ten opzichte van de kracht in figuur 14 en 15. Dit geldt voor de dorsaalflexie richting als voor de plantairflexie richting.

Omdat de Foot-Up gebruik maakt van een elastiek kan deze stijfheid niet vergeleken worden met de andere EVO's. Het elastiek zorgt dat de enkelhoek constant blijft tot en met een kracht van 3,53 Nm. Daarna neemt de enkelhoek toe waardoor de kracht niet meer in het verlengde van het elastiek trekt, maar steeds meer loodrecht op het elastiek. In deze richting heeft het elastiek geen trekkracht en daarom heeft de Foot-Up vanaf een kracht van 3,9 Nm geen werking meer.

De stijfheid van de peroneusveer is niet in te stellen of te veranderen. In plantairflexie richting heeft deze EVO een gemiddelde stijfheid van 0,51 Nm/deg en een gemiddelde stijfheid van 0,46 Nm/deg in dorsaalflexie richting. Hiermee valt deze EVO in de categorie soepel. Aan de lijn in figuur 14 en 15 is wel te zien dat de verbuiging in het gekozen plantairflexie en dorsaalflexie gebied redelijk lineair verloopt in beide richtingen. De verwachting is echter dat er een curve ontstaat in beide richtingen als de peroneusveer verder gebogen wordt.

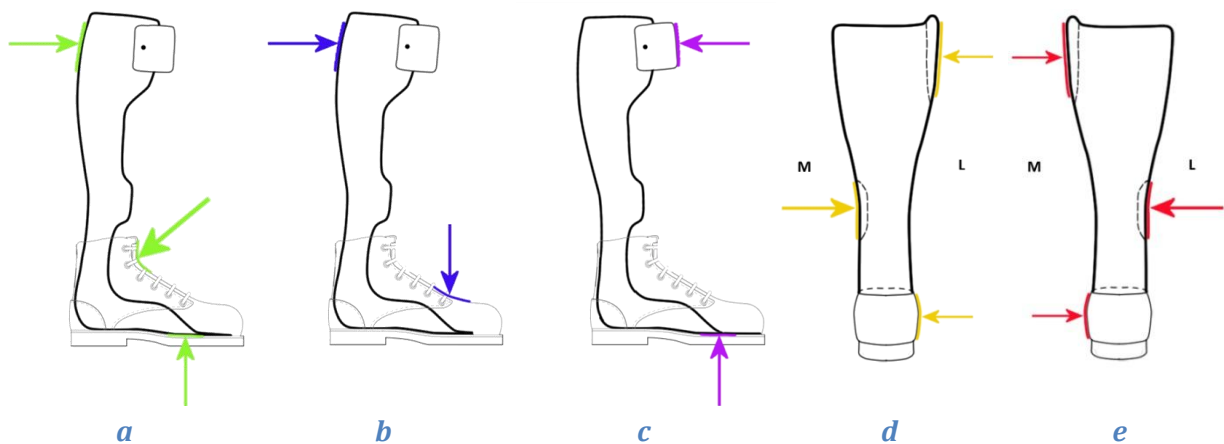
De aangrijpingspunten van de bovenste en de onderste krachten liggen bij de Push Aequi minder ver uit elkaar dan bij een confectie peroneusveer. Daardoor oefent deze EVO minder kracht uit op de enkel om de dorsaalflexie te ondersteunen. Ook bij de Push Aequi is de stijfheid niet in te stellen. In

dit onderzoek is alleen de stijfheid in plantairflexie richting gemeten omdat de Push Aequi in dorsaalflexie richting nauwelijks stijfheid heeft. De gemiddelde stijfheid in plantairflexie richting is 0,76 Nm/deg. Echter blijkt uit de curve in figuur 15 dat de Push Aequi op het begin weinig hoekverdraaiing heeft en dat dit vanaf een kracht van 4,3 Nm sterk toeneemt.

De Foot-Up, de peroneusveer en de Push Aequi vallen in de categorie soepel. Hierbij hebben de Foot-Up en de Push Aequi een plantairflexie stijfheid die afneemt naar gelang de hoekverdraaiing toeneemt. De curven van deze twee EVO's hebben dezelfde vorm, maar de curve van de Foot-Up is eerst heel compact en daarna rekt deze snel uit. Dit betekent dat de Foot-Up eerst stijver is in plantairflexie richting dan de Push Aequi, maar daarna zijn stijfheid verliest. De Push Aequi heeft een iets constantere plantairflexie stijfheid. De stijfheid van de peroneusveer daarentegen verloopt lineair in het gekozen plantairflexie en dorsaalflexie gebied. De stijvere PP maatwerk EVO en de ToeOFF zijn allebei semi-rigide EVO's. De stijfheid van de ToeOFF verloopt constanter dan de stijfheid van de PP maatwerk EVO. De PP maatwerk EVO is stijver in plantairflexie richting dan in dorsaalflexie richting de ToeOFF daarentegen is juist stijver in dorsaalflexie richting ten opzichte van de plantairflexie richting. In de plantairflexie stijfheid lijkt het verschil tussen de soepele PP maatwerk EVO, de stijvere PP maatwerk EVO en de ToeOFF niet zo heel groot, toch zijn er een aantal verschillen op te merken. De stijvere PP maatwerk EVO heeft meer kracht nodig om dezelfde hoekverdraaiing te maken als de soepelere PP maatwerk EVO en de ToeOFF, dit betekent dat deze EVO stijver is in plantairflexie richting dan de andere twee. De ToeOFF is in plantairflexie richting het stijfste van de drie omdat deze het minste hoekverdraaiing heeft.

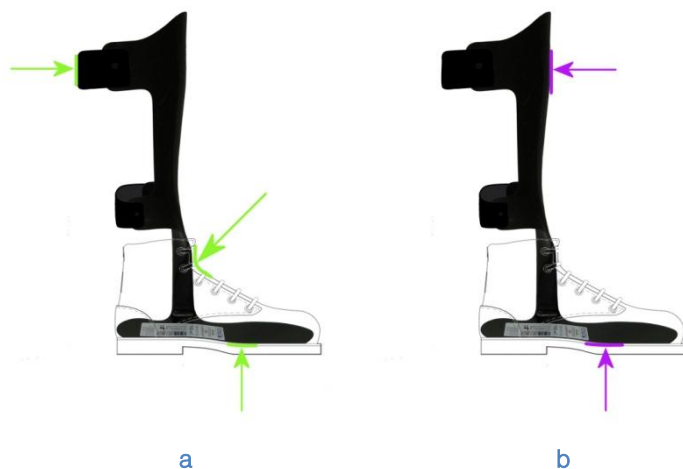
## Mechanica

De voetheffing bij de PP maatwerk EVO gebeurt aan de hand van de drie-puntswerking waarbij de onderste en de bovenste kracht door de EVO worden gegeven en de middelste kracht door de schoen die bij de EVO gedragen moet worden (figuur 16a). Omdat de hakhoogte en de enkelhoek zelf te bepalen zijn kan er floor-reaction gegeven worden naar flexie of extensie. Moet er bijvoorbeeld floor-reaction in de knie komen naar flexie dan wordt de enkelhoek kleiner gemaakt, de hakhoogte hoger en/of de voetplaat korter. Door de enkelhoek te vergroten, de hakhoogte te verlagen en/of de voetplaat te verlengen, kan er floor-reaction gegeven worden naar extensie (figuur 17b & 17c). De varus of valgus kanteling kan ook met een drie-puntswerking tegengegaan worden. Bij een valguskanteling komt er dan een laterale lip net boven de enkel en de mediale bovenzijde is groter en komt verder naar voren te liggen (figuur 16d). Om de varus kanteling tegen te gaan gebeurt dit in spiegelbeeld (figuur 16e). In deze EVO kan ook een spasme inhiberend element komen. Dit moet tijdens de correctie van het gipsmodel aangebracht worden.



Figuur 16 Mechanica PP maatwerk EVO: (a), floor-reaction naar flexie (b), floor-reaction naar extensie (c), anti-valgus (d) en anti-varus (e)

De ToeOFF is een prefab EVO die in verschillende maten te verkrijgen is. De hakhoogte van de ToeOFF is standaard berekend op anderhalve centimeter. Mocht er een andere hakhoogte aanwezig zijn in de schoen dan kan dit aangepast worden met een hakverhoging of een voorvoetverhoging. Ook bij de ToeOFF beïnvloedt de hakhoogte het moment op de knie. De ToeOFF heeft een vaste enkelhoek die niet in te stellen is. De neutrale enkelhoek bij een hakhoogte van anderhalve centimeter is 87 graden. Met deze enkelhoek wordt er in de knie een floor-reaction moment gegeven naar extensie (figuur 17a). Een lagere hakhoogte geeft een nog groter knie-extensie moment en een hogere hakhoogte zorgt voor meer knieflexie. De drie-puntswerking die in de ToeOFF verwerkt is wordt afgebeeld in figuur 17b.

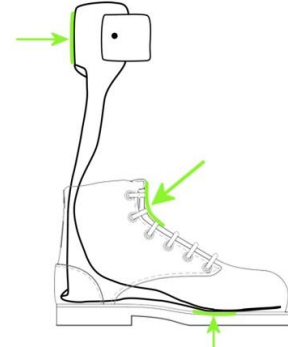


Figuur 17 Mechanica ToeOFF (a) en floor-reaction naar extensie (b)

De Foot-Up heeft een andere mechanica dan de meeste andere EVO's. Bij deze EVO wordt er geen gebruik gemaakt van de drie-puntswerking, maar van twee tegen elkaar werkende krachten (figuur 18). Doordat het elastiek zorgt voor ondersteuning van de dorsieflexie is dit een EVO die valt onder de categorie EVO's met dorsieflexie-assist. De enkel is vrij om een plantairflexiebeweging te maken en er is geen medio-laterale stijfheid. De Foot-Up heeft geen neutrale enkelhoek omdat de enkel vrij te bewegen is. Daarom is dit een EVO die geen invloed heeft op de knie.



Figuur 18 Mechanica Foot-Up



Figuur 19 Mechanica peroneusveer

Voor de confectie peroneusveer geldt dezelfde drie-puntswerking als voor de PP maatwerk EVO (figuur 19). Hier is de hakhoogte echter niet in te stellen. Deze is standaard ingesteld op anderhalve centimeter. Deze EVO heeft bijna geen medio-laterale stijfheid. De neutrale enkelhoek bij een hakhoogte van anderhalve centimeter is 81,5 graden.

De Push Aequi is origineel geen EVO voor voetheffersproblemen. Toch ondersteunt deze wel de dorsaalflexie en kan daarom bij lichte voetheffersproblemen wel ingezet worden. De mechanica verloopt zoals aangegeven in figuur 20a. Daarnaast geeft de Push Aequi ook ondersteuning in medio-laterale richting en kan daardoor ook de varus- of valguskanteling tegen gaan (figuur 20b). De enkelhoek is afhankelijk van hoe de EVO wordt aangedaan. Als de enkel tijdens het aantrekken meer in dorsaalflexie gehouden wordt is de enkelhoek kleiner dan dat de voet meer in plantairflexie gehouden wordt.



Figuur 20 Mechanica Push Aequi: drie-puntswerking (a) en anti-varus/valgus kanteling (b)

De PP maatwerk EVO, de ToeOFF, de confectie peroneusveer en de Push Aequi maken gebruik van een drie-puntswerking om de voet te heffen. De Foot-Up maakt gebruik van een dorsieflexie-assist om de voet te heffen. De PP maatwerk EVO en de Push Aequi hebben medio-laterale stijfheid en kunnen varus en valgus kantelingen in de enkel opvangen. De ToeOFF heeft een floor-reaction werking naar extensie op de knie. De PP maatwerk EVO kan aangepast worden om floor-reaction te geven in de knie naar flexie of extensie. De Foot-Up geeft doormiddel van een elastiek een dorsaalflexie assist en onderscheid zich hierdoor van de andere EVO's.

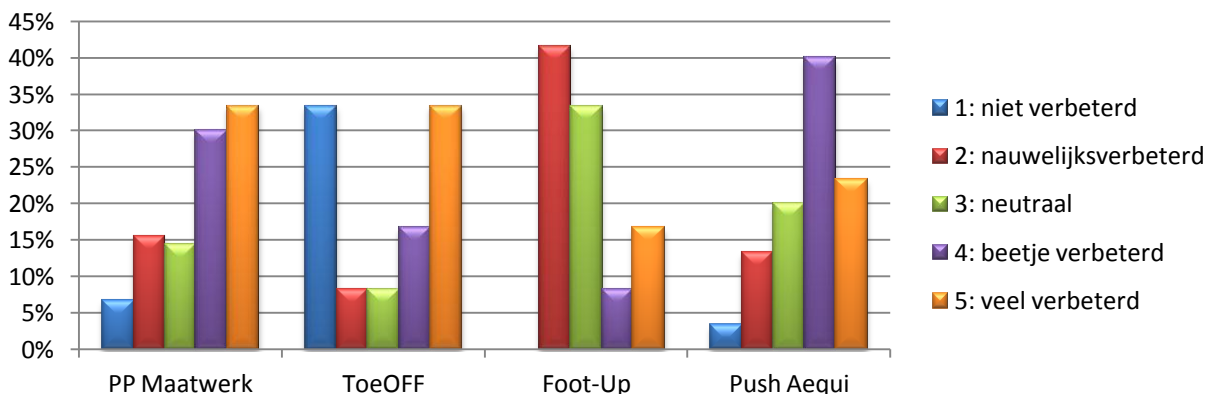
## Cliëntenonderzoek

De enquête begint met een aantal algemene vragen over leeftijd, geslacht en het gebruik van de EVO. In totaal hebben dertien mannen (44,8%) en zestien vrouwen (55,2%) de enquête ingevuld. De gemiddelde leeftijd van de hele groep is 60 jaar met een standaard deviatie van 14,4.

De respons op de alle verzonden enquêtes is 29 enquêtes. Hiervan zijn er zestien (55,2%) ingevulde enquêtes van de PP maatwerk EVO, twee (6,9%) van de ToeOFF, drie (10,3%) van de Foot-Up, drie (10,3%) van de confectie peroneusveer en vijf (17,2%) van de Push Aequi. Van de respondenten van de PP maatwerk EVO heeft er één respondent de vragen in de categorie 'functionaliteit' niet ingevuld. Daarom is voor dit onderdeel bij PP maatwerk EVO  $n=15$ . De respons van cliënten die een peroneusveer hebben, was voornamelijk dat de EVO niet meer gebruikt wordt. In de meeste gevallen komt dit doordat het voetheffersprobleem verminderd of verdwenen is. Daarom zijn er onvoldoende resultaten van deze EVO om te verwerken in dit onderdeel van het onderzoek. Daarnaast zijn er door een probleem met de post ook bijna geen ingevulde enquêtes teruggekomen van de ToeOFF en de Foot-Up. Deze worden wel besproken in de resultaten, echter is er hierdoor geen betrouwbare vergelijking te maken tussen de EVO's. Aan de hand van de vragen uit de enquête is er berekend of er een significant verschil is tussen de EVO's. Omdat de groepen EVO gebruikers zeer ongelijk zijn in aantal, is de significantie bij alle vragen  $>0,05$ . Er is dus geen significant verschil tussen de groepen.

### Functionaliteit

Van de vragen over functionaliteit zijn de scores per respondent bij elkaar opgeteld. Zo geeft een hoger gemiddelde van de score meer verbetering aan. De maximale score van verbetering is dertig en een minimale score van verbetering is zes. De cronbach's  $\alpha$  voor het samenvoegen van deze vragen is 0,787. Deze cronbach's  $\alpha$  geeft aan dat het voldoende betrouwbaar is om de vragen samen te voegen (Baarda, de Goede & van Dijkum, 2007).



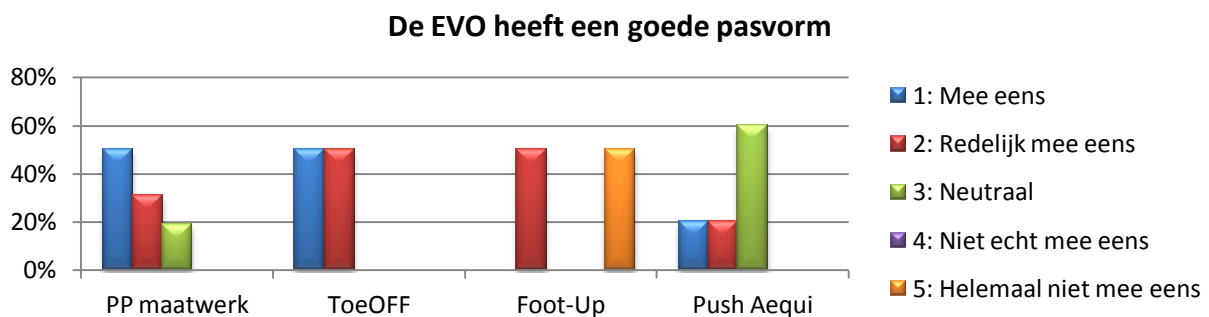
Figuur 21 Staafdiagram functionaliteit

De gemiddelde verbetering van PP maatwerk EVO is een score van 22 punten, voor de ToeOFF een score van 18,5 punten, voor de Foot-Up een score van 16,67 punten en voor de Push Aequi een score van 22 punten. Bij de PP maatwerk EVO en de Push Aequi wordt dus het meeste verbetering bemerkt en bij de Foot-Up het minste verbetering. In figuur 21 is te zien welk percentage er per antwoord gegeven is. Hieruit blijkt ook dat er bij de PP maatwerk EVO de meeste verbetering wordt bemerkt (33% 'veel verbeterd' en 30% 'beetje verbeterd'), maar dat ook 14% van de antwoorden neutraal waren en 23% van de antwoorden nauwelijks of geen verbetering zijn. De Push Aequi komt ook goed naar voren met de gemiddelde score, maar in figuur 21 is te zien dat er minder vaak 'veel verbeterd' is geantwoord (23%) ten opzichte van 'beetje verbeterd' (40%).

Als er naar de vragen afzonderlijk gekeken wordt, dan valt er op dat bij de PP maatwerk EVO en de ToeOFF voornamelijk het veiligheidsgevoel verbeterd is. Bij de PP maatwerk EVO is ook het optillen van de voet veel verbeterd en bij de ToeOFF de stabiliteit tijdens het lopen. Over het algemeen vinden de respondenten van alle EVO's dat ze niet of nauwelijks langer en sneller kunnen lopen dan zonder de EVO. Een overzicht van de antwoorden per vraag afzonderlijk is te vinden in bijlage VI.

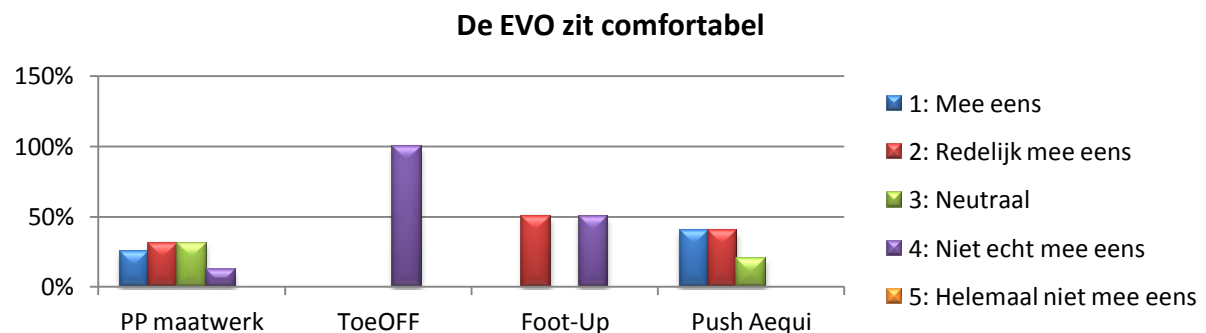
## Comfort

Het onderdeel 'comfort' in de enquête bestond uit vier vragen. Deze vragen zijn niet samengevoegd omdat de cronbach's  $\alpha$  te laag was. Bij twee vragen kan de EVO gebruiker aangegeven in welke mate de gegeven stellingen over de pasvorm en het comfort van de EVO van toepassing is. In totaal is 81% van de PP maatwerk EVO gebruikers (n=16) positief over de pasvorm waarvan 50% zeer positief en 31% redelijk positief (figuur 22). De overige 19% van de PP maatwerk EVO gebruikers waren neutraal over de pasvorm. Ook de ToeOFF gebruikers (n=2) zijn positief over de pasvorm, 50% is zeer positief en 50% redelijk positief. De Foot-Up gebruikers (n=2) zijn minder positief, 50% vind de pasvorm redelijk en 50% vind de pasvorm helemaal niet goed. Van de gebruikers van de Push Aequi (n=5) vind 40% dat de EVO een goede of een redelijke pasvorm heeft en 60% is heeft een gemiddelde score gegeven. Er is geen significant (0,063) verschil tussen de EVO's als er gekeken wordt naar de pasvorm.



Figuur 22 Staafdiagram pasvorm

Over het comfort zijn de meningen van de PP maatwerk gebruikers (n=16) wat meer verdeeld. Van deze gebruikers is 56% positief, 31% neutraal en 13% vind het comfort van de EVO niet helemaal goed (figuur 23). Van de ToeOFF gebruikers is er maar één respondent die antwoord gegeven heeft op deze vraag. Deze respondent is niet helemaal tevreden over het comfort. Bij de Foot-Up gebruikers vond één respondent (50%) dat het comfort van de EVO redelijk was en één respondent (50%) dat het comfort niet helemaal goed was. Van de Push Aequi gebruikers (n=5) is 40% positief over het comfort, 20% redelijk positief en 20% was neutraal over het comfort. Er is geen significant verschil (0,623) tussen de EVO's op gebied van comfort.



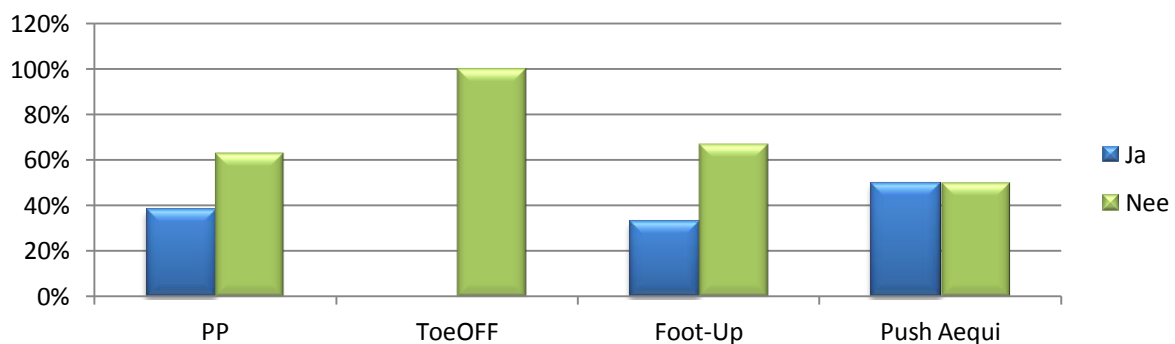
Figuur 23 Staafdiagram comfort

De meeste EVO gebruikers hechte veel waarde aan het comfort van de EVO. Zeventig procent geeft aan dit heel belangrijk te vinden, twintig procent vindt dit redelijk belangrijk en tien procent vindt het niet zo belangrijk. Van de PP maatwerk EVO gebruikers geeft 33% aan dat er problemen zijn met de EVO. De problemen die aangegeven worden zijn transpiratie, minder plaats in de schoen en moeite met het aantrekken van de EVO en de schoen. De twee ToeOFF gebruikers ondervinden geen problemen met de EVO's. De Foot-Up gebruikers (n=3) daarentegen wel. Bij één respondent gaat het klittenband soms los en één respondent geeft aan dat het been dikker wordt door de band. Er is geen significant verschil (0,174) tussen de EVO's met de hoeveelheid problemen die er zijn.

### Cosmetiek

Op de vraag of de EVO zichtbaar is onder de kleding geeft 38% van de PP maatwerk EVO gebruikers aan dat dit het geval is (figuur 24). Veertig procent van deze respondenten vindt dit heel vervelend. Dit probleem doet zich voornamelijk voor bij het dragen van een korte broek of rok. Ook ongeveer 40% van de gebruikers van de Foot-Up en de Push Aequi geven aan dat de EVO zichtbaar is onder de kleding. Bij de ToeOFF daarentegen geven de gebruikers aan dat de EVO niet zichtbaar is. De functionaliteit, het comfort en de cosmetiek van de Push Aequi wordt in alle drie de categorieën als redelijk aangegeven.

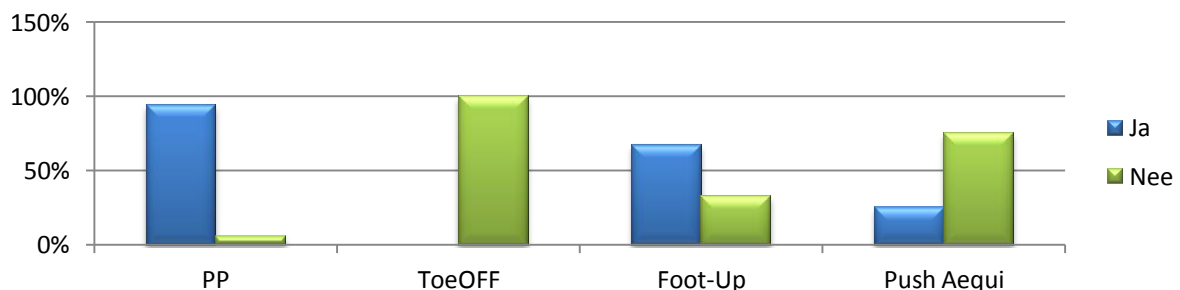
**De EVO is zichtbaar onder mijn kleding**



**Figuur 24** Staafdiagram zichtbaarheid

Alle PP maatwerk EVO gebruikers op één na, geven aan dat de schoenkeuze beperkt wordt door de EVO (figuur 25) en 39% vindt dit ook vervelend. De ToeOFF gebruikers (n=2) geven aan dat de schoenkeuze niet beperkt wordt. Bij de Foot-Up (n=3) wordt de schoenkeuze iets meer beperkt (67%) dan bij de Push Aequi (n=5) waarbij dit 40% is.

**Mijn schoenkeuze wordt beperkt door de EVO**



**Figuur 25** Staafdiagram schoenkeuze

Hoe belangrijk de respondenten het uiterlijk van de EVO vinden zijn de meningen redelijk verdeeld. Namelijk 18% vindt het uiterlijk heel belangrijk, 14% vindt het redelijk belangrijk, 41% is hier neutraal over en de overige 28% vindt het uiterlijk niet echt of helemaal niet belangrijk.

## Overzichtschemata

Alle eigenschappen en de functionaliteit, comfort en cosmetiek ervaringen van de cliënten zijn in een overzichtschemata samengebracht (tabel 2). Hierin is snel en gemakkelijk te zien welke EVO over welke eigenschappen beschikt. Vervolgens zijn de EVO's aan de hand van de eigenschappen gekoppeld aan de functiebeperkingen (tabel 3).

**Tabel 2 Overzichtschemata eigenschappen van de EVO's**

|                                   | PP maatwerk                        | ToeOFF | Foot-Up | Peroneusveer | Push Aequi                     |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------|---------|--------------|--------------------------------|
| Rigide                            | +                                  | -      | -       | -            | -                              |
| Semi-rigide                       | +                                  | +      | -       | -            | -                              |
| Soepel                            | +                                  |        | +       | +            | +                              |
| Voetheffing                       | +                                  | +      | +       | +            | +                              |
| Stijfheid plantairflexie (Nm/deg) | 2,73                               | 2,17   | 0,46    | 0,5          | 0,79                           |
| Stijfheid dorsieflexie (Nm/deg)   | 2,69                               | 2,60   | -       | 0,4          | -                              |
| Enkelhoek                         | Zelf te bepalen tijdens het gipsen | 87°    | -       | 81,5°        | Zelf te bepalen bij aantrekken |
| Hakhoogte                         | 0,5<                               | 1,5cm  | -       | 1,5cm        | -                              |
| Floorreaction flexie              | +                                  | -      | -       | -            | -                              |
| Floorreaction extensie            | +                                  | +      | -       | -            | -                              |
| Spasme inhibitie                  | +                                  | -      | -       | -            | -                              |
| Varus/valgus kanteling            | +                                  | ±      | -       | -            | +                              |
| Functionaliteit                   | +                                  |        | -       |              | +                              |
| Comfort                           | ±                                  | +      | -       |              | ±                              |
| Cosmetiek                         | ±                                  | +      | ±       |              | +                              |

**Tabel 3 Koppeling functiebeperking- EVO**

| Probleem                            | Oplossingsrichting                         | EVO                                                    |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Verminderde kracht dorsaalflexoren  | Ondersteuning dorsaalflexie                | PP maatwerk, ToeOFF, Foot-Up, peroneusveer, Push Aequi |
| Verminderde kracht plantairflexoren | Dorsaalflexie beperken (ingesteld op 3-5°) | PP maatwerk, ToeOFF                                    |
| Uitval dorsaalflexoren              | Ondersteuning dorsaalflexie                | PP maatwerk, ToeOFF                                    |
| Uitval plantairflexoren             | Dorsaalflexie beperken (ingesteld op 3-5°) | PP maatwerk, ToeOFF                                    |
| Varus kanteling enkel               | Anti-varus                                 | PP maatwerk, Push Aequi                                |
| Valgus kanteling enkel              | Anti-valgus                                | PP maatwerk, Push Aequi                                |
| Verminderde kracht Hamstrings       | Floor-reaction naar flexie                 | PP maatwerk                                            |
| Verminderde kracht Quadriceps       | Floor-reaction naar extensie               | PP maatwerk, ToeOFF                                    |
| Spasme                              | Spasme inhibitie                           | PP maatwerk                                            |

Doormiddel van de anamnese en het functie-onderzoek komen de functiebeperkingen van de cliënt naar voren. Vervolgens kan de EVO keuze voortkomen uit het overzicht. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de wens en de hulpvraag van de cliënt aan de hand van de functionaliteit, comfort en cosmetiek. Helaas zijn de waardes van deze drie categorieën in dit tabel niet betrouwbaar genoeg om een keuze op te baseren.

## Discussie & aanbevelingen

De PP maatwerk EVO is het meest variabel van alle EVO's. Alle eigenschappen kunnen in deze EVO verwerkt worden. Deze EVO wordt dan ook het meeste voorgeschreven in vergelijking tot de andere EVO's (Malkin, Dawson, Harris, Parfett, Horwood & Morris et al. 2008). Over de PP maatwerk EVO zijn naast vele recente onderzoeken, ook veel oudere artikelen te vinden. Dit komt doordat dit type EVO al in 1968 door Yates en in 1969 door Lehneis omschreven werd. Daarom zijn er in het literatuuronderzoek ook artikelen gebruikt die ouder waren dan 1990. Over andere soorten EVO's is weinig tot niets te vinden.

### Stijfheid

Omdat de stijfheid in de literatuur steeds op een andere manier gemeten wordt en met andere eenheden wordt gerekend zijn deze moeilijk te vergelijken (Sumiya, Suzuki, Kasahara, 1996; Rozumalski, Koops, de Groot, Schwartz & Harlaar, 2009; Kobayashi, Leung, Akazawa & Hutchins, 2011). Het is daardoor ook lastig om te bepalen welke EVO onder de categorie soepel valt en welke onder de categorie rigide. Ook bij het productonderzoek is de grens tussen de stijfheidscategorieën niet goed naar voren gekomen. Wel is duidelijk dat de Foot-Up, de confectie peroneusveer, Push Aequi en de soepelere PP maatwerk EVO in de categorie soepel vallen en de stijvere PP maatwerk EVO en de ToeOFF in de categorie semi-rigide. Deze indeling is echter gemaakt door de ervaring van de productiemedewerkers van "Heckert en van Lierop" en daardoor niet subjectief. Voornamelijk bij de PP maatwerk EVO is het onderscheid lastiger te maken. Deze EVO moet bij de productie en het passen goed afgestemd worden op de functiebeperking van de cliënt (Nagaya, 1997; Sumiya et al., 1996). In de literatuur is er gekeken naar het effect van het aanpassen van de stijfheid op het looppatroon. Stijfheid is een zeer belangrijke eigenschap van de EVO die op verschillende manieren beïnvloed kan worden (Sumiya et al. 1996). Het is echter afhankelijk van het functieverlies van de cliënt, welke mate van stijfheid gekozen moet worden (Nagaya, 1997). De stijfheidkeuze moet dan ook altijd per cliënt uitgezocht of bijgesteld worden. Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat de stijfheid van een PP maatwerk EVO aan te passen is door de radius in de enkelregio, de hoogte van de mediale en de laterale want en de dikte van het materiaal aan te passen (Sumiya et al. 1996). In het productonderzoek is gebleken dat dit klopt. De soepelere EVO had een kleinere radius in de enkelregio en een lagere mediale en laterale rand. Wat precies de grens is tussen soepel, semi-rigide en rigide is nog niet duidelijk en zou in vervolgonderzoek bepaald kunnen worden.

De ToeOFF is een redelijk stijve EVO met een grote enkelhoek waardoor deze goed ingezet kan worden als er naast de voetheffersproblemen ook een Quadriceps zwakte is. De verwachting was dat de ToeOFF in plantairflexie richting even stijf zou zijn als in dorsaalflexie richting door de opbouw van de EVO. Dit in tegenstelling tot de PP maatwerk EVO en de peroneusveer die andere vormeigenschappen hebben in de enkelregio. Echter is er na de metingen gebleken dat de ToeOFF in plantairflexie richting minder stijf is dan in dorsaalflexie richting. Dit zou te verklaren zijn door het feit dat de overbrenging van de voorkap naar de voetplaat (de plaats waar de ToeOFF buigt) net voor de enkel langs loopt. Hierdoor is het moment op de ToeOFF in plantairflexie richting anders dan in dorsaalflexie richting (figuur 26).



Figuur 26 Draaipunt ToeOFF

De Foot-Up en de Push Aequi zijn soepele EVO's en de stijfheid nam sterk af naar maten er meer kracht gebruikt werd in de stijfheidmeting. Dit betekent dat de Push Aequi wel helpen om de voet te ondersteunen in dorsaalflexie richting, maar dat de krachten die er optreden tijdens hielcontact te groot zijn om de voet volledig in dorsaalflexie te houden.

De meetopstelling die gemaakt is voor dit onderzoek is niet 100% nauwkeurig. Factoren die de metingen negatief beïnvloeden zijn de rek op de klittenband en het onnauwkeurig afmeten van het water. Daarnaast is er een andere wrijving van de EVO op het prothese been ten opzichte van een normaal been. Ook de krachten komen niet volledig overeen met de krachten die normaal op de EVO komen tijdens het lopen. Om dit na te bootsen zou er een geavanceerder meetapparaat nodig zijn, maar binnen dit onderzoek was er niet genoeg tijd om dit te realiseren.

### *Enkelhoek*

Door de enkelhoek te vergroten komt er een extensiemoment op de knie (Yamamoto et al. 2005). Bij de ToeOFF is dit goed te zien. Deze EVO heeft een grote enkelhoek (87°) waardoor deze gebruikt kan worden bij verminderde kracht in de Quadriceps. De confectie peroneusveer heeft een hele kleine enkelhoek wat eigenlijk zou betekenen dat deze een flexie moment op de knie zou geven. Deze EVO is echter zo soepel dat deze nauwelijks effect heeft op het moment waardoor deze ook geen extra flexie moment in de knie met zich mee brengt. De enkelhoek van de PP maatwerk EVO kan door de maatnemer bepaald worden tijdens het gipsen. Hiervoor moet er doormiddel van een functie-onderzoek gekeken worden wat de kracht in de bovenbeen spieren is. De Foot-Up en de Push Aequi hebben een vaste enkelhoek en kunnen daardoor niet ingezet worden bij verminderde kracht in de bovenbeenspieren.

### *Functionaliteit, comfort en cosmetiek*

Van de cliënten met een confectie peroneusveer die de enquête teruggestuurd hebben, geeft iedereen aan dat de EVO niet meer gebruikt wordt. Een rede hiervoor zou kunnen zijn dat het voetheffersprobleem verminderd of verdwenen is. Hieruit zou ook geconcludeerd kunnen worden dat er een confectie peroneusveer is aangemeten bij mensen die nog aan het revalideren waren en hierin een stijgende lijn vertoonden. Een andere mogelijkheid is dat de voetheffersproblemen niet heel sterk aanwezig waren. Op gebied van comfort en cosmetiek scoort de PP maatwerk EVO wat minder goed vergeleken met de rest. Het valt op dat alle gebruikers aangeven dat de schoenkeuze voor deze EVO erg beperkt is. De twee ToeOFF gebruikers zagen dit niet als een beperking. Dit is een opmerkelijk verschil, maar waar dit verschil vandaan komt is onbekend. Vergeleken met de andere EVO's scoort de ToeOFF in dit onderzoek goed op het gebied van comfort en cosmetiek. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met de lage respons op de enquête. Uit het cliëntenonderzoek komt naar voren dat cliënten die gebruik maken van een Foot-Up minder verbetering bemerken tijdens het lopen in vergelijking met gebruikers van een PP maatwerk EVO. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de Foot-Up weinig stijfheid heeft. Wel komen de Foot-Up en de Push Aequi beter naar voren op het gebied van comfort. Waarschijnlijk komt dit doordat deze EVO's de gebruiker minder beperken in hun beweging. Er moet dus een goede afweging gemaakt worden tussen het functieverlies van de cliënt, de verbetering en de beperking die de EVO met zich mee brengt. Als er een lichte functieverlies is bij de cliënt moet er geen zware EVO aangemeten worden, want dan gaan de nadelen van een EVO de beoogde voordelen overheersen.

Omdat de groepen in dit onderzoek niet dezelfde grootte hebben kunnen de verschillen die in dit onderzoek naar voren komen niet als significante verschillen gezien worden. Op basis van de gegevens die wel bekend zijn zou er gezegd kunnen worden dat de PP maatwerk EVO als beste naar voren komt op functioneel gebied. Ook vinden de meeste gebruikers de pasvorm goed, maar op het

gebied van comfort scoort deze EVO wat lager. Gezien de lage respons van de gebruikers van de ToeOFF en de Foot-Up kan er niet veel gezegd worden over de functionaliteit, het comfort en de cosmetiek die de gebruikers ervaren. Over het algemeen zijn de Push Aequi gebruikers op alle drie de gebieden, redelijk positief.

De functiebeperking van de cliënten die de enquête ingevuld hebben is niet precies bekend. Er is enkel bekend of de cliënt Multiple Sclerose (MS), CVA of een voetheffersparese heeft, maar niet wat de kracht in de spieren precies was en welke spiergroepen er minder of niet meer werken. Daardoor is het niet duidelijk bij welke functiebeperking een confectie EVO of een maatwerk EVO aangemeten is. Wel is het zo dat een maatwerk EVO meer problemen kan aanpakken zoals varus-/valguskanteling in de enkel en spasme inhibitie waardoor deze vaker geschikt is voor een centraal letsel.

### *Aanbevelingen*

In de toekomst zou er een loopanalyse gedaan kunnen worden om een beter beeld te krijgen van de verschillen tussen de EVO's. Om echt goed te kunnen vergelijken zouden er meerdere proefpersonen met verschillende EVO's de loopanalyse moeten doen en vervolgens een enquête invullen over hoe ze elke EVO ervaren hebben op gebied van functionaliteit, comfort en cosmetiek.

Omdat de meetopstelling in dit onderzoek niet optimaal was zou er een nauwkeuriger meetapparaat ontwikkeld kunnen worden dat minder gevoelig is voor het gebruikte materiaal, de richting van de krachten en de afwijking van het gewicht. Voornamelijk de fixatie van de EVO's zou verbeterd kunnen worden.

In dit onderzoek zijn slechts vijf EVO's vergeleken. Omdat er een breder aanbod aan producten is, zou er in een vervolgonderzoek meerdere of andere EVO's vergeleken kunnen worden om zo een vollediger beeld te krijgen van de mogelijkheden.

De grens tussen de stijfheidcategorieën is niet bepaald in dit onderzoek. In een vervolgonderzoek zou er uitgezocht kunnen worden wat de grens is tussen een soepele, semi-rigide en rigide EVO.

De enquête had geen optie om aan te geven of de cliënt de EVO nog gebruikt en als dit niet het geval was waarom dan niet. Toch hebben een aantal cliënten de enquête teruggestuurd met de reden waarom ze de EVO niet meer gebruiken. Het zou het echter beter zijn om aan het begin van de enquête de vraag toe te voegen of deze nog gebruikt wordt en zo niet wat daar de reden van is.

Sommige cliënten gebruiken hun EVO enkel voor transfers. De vragen over de functionaliteit gingen echter alleen over het lopen en waren daarom niet goed in te vullen voor deze groep EVO gebruikers. In het vervolg zou er onderscheid gemaakt moeten worden tussen de functionaliteit tijdens het lopen en de functionaliteit tijdens transfers. Een mogelijkheid hiervoor is een vraag toevoegen waarin specifiek wordt gevraagd bij welke activiteiten de EVO gedragen wordt.

## Conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek was: 'Wat zijn de eigenschappen en de beleving van functionaliteit, comfort en cosmetiek van prefab en maatwerk EVO's die gebruikt worden bij voetheffersproblemen, in relatie tot de functiebeperking van de gebruiker?

De stijfheid van de ToeOFF is semi-rigide. De Foot-Up, de confectie peroneusveer en de Push Aequi zijn soepele EVO's. De PP maatwerk EVO kan stijf, semi-rigide of soepel gemaakt worden. Hierdoor zijn de PP maatwerk EVO en de ToeOFF het meest geschikt voor functiebeperkingen van de dorsaalflexoren en plantairflexoren. De Foot-Up, de confectie peroneusveer en Push Aequi kunnen voorgeschreven worden als er enkel verminderde kracht is in de dorsaalflexoren.

Ook de enkelhoek van de PP maatwerk EVO kan zelf bepaald worden en hiermee kan floor-reaction gegeven worden naar flexie of extensie. Daardoor kan de PP maatwerk EVO voorgeschreven worden bij verminderde kracht in de Quadriceps of de Hamstrings. De ToeOFF heeft een enkelhoek van 87° en geeft floor-reaction naar extensie. Hierdoor kan de ToeOFF ingezet worden bij verminderde kracht in de Quadriceps. De Foot-Up en de Push Aequi hebben geen vaste enkelhoek en hebben daardoor geen floor-reaction.

Alle EVO's met uitzondering van de Foot-Up maken gebruik van een drie-puntswerking om de voet te heffen. De Foot-Up maakt gebruik van een dorsaalflexie assist. De PP maatwerk EVO en de Push Aequi kunnen varus- of valgus kanteling tegen gaan. Hierdoor kunnen alleen de laatste twee ingezet worden als er varus- of valgus kanteling in de enkel is.

De PP maatwerk EVO en de ToeOFF zijn volgens de gebruikers het meest functioneel ten opzichte van de Foot-Up en de Push Aequi. Het comfort en de cosmetiek zijn bij de ToeOFF en de Push Aequi het beste, bij de andere EVO's zijn de meningen verdeeld.

## Literatuurlijst

- Baarda, de Goede & van Dijkum (2007). Basisboek Statistiek met SPSS. Wolters-Noordhoff. Groningen/Houten
- Bancroft, R.J. McDonough, T. Shakespeare, J. Lynas, K. (2010). Orthotics. *European Geriatric Medicine* 2 (2011) 122–125
- Bregman, D.J.J. van der Krogt, M.M. de Groot, V. Harlaar, J. Wisse, M. Collins, S.H. (2011). The effect of ankle foot orthosis stiffness on the energy cost of walking: A simulation study. *Clinical Biomechanics* 26 (2011) 955–961
- Bregman, D.J.J. Rozumalski, A. Koops, D. de Groot, V. Schwartz. M. Harlaar, J. (2009). A new method for evaluating Ankle Foot Orthosis characteristics: BRUCE. *Gait and Posture* (2009) 30(2) 144-149
- Brehm, M. Nollet, F. van Schie, C. Altmann, V. Nederhand, M. Harlaar, J. Noppe, K. Khatschatrian, G. Hoekman, E. Holtkamp, F. Heerkens, Y. Bougie, T. Houben, M. Bröcking, B. (2012). *Klinisch handboek 'Richtlijn Beenorthesen naar maat'.* Versie 1.1 mei 2012, Amsterdam
- Chu, T-M. Reddy, N.P. (1995). Stress distribution in the ankle-foot orthosis used to correct pathological gait. *Journal of Rehabilitation Research and Development* Vol . 32 No. 4, November 1995 Pages 349—360
- Convery, P. Greig, R.J. Ross, R.S. Sockalingam S. (2004). A three centre study of the variability of ankle foot orthoses due to fabrication and grade of polypropylene. *Prosthetics and Orthotics International*, 2004, 28, 175-182
- Cook, T.M. Cozzens, B. (1976). The effects of heel height and ankle foot orthosis configuration on weight line locations, a demonstration of principles. *Orthotics and prosthetics*. Vol. 30, No. 4, PP. 43-46
- Duncan, W.R. (1960). Tonic reflexes of the foot. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Vol. 42-A, NO. 5, July 1960
- Fatone, S. Gard, S.A. Malas, B.S. (2009). Effect of Ankle-Foot Orthosis Alignment and Foot-Plate Length on the Gait of Adults With Poststroke Hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* Vol 90, May 2009
- Ford, C.P.T. Grotz, R.C.M.D. Klope Shamp, J.C.P.O. (1986). The Neurophysiological Ankle-Foot Orthosis. *Clinical Prosth and Ortho*. Vol. 10, No. 1, pp. 15-23
- Gatti, M.A. Freixes, O. Fernandez, S.A. Rivas, M.E. Crespo, M. Waldman, S.V. Olmos, L.E. (2012). Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia. *Journal of Biomechanics* 45(2012)2658–2661
- Gök, H. Küçükdeveci, A. Altinkaynak, H. Yavuzer, G. Ergin, S. (2003). Effects of ankle-foot orthoses on hemiparetic gait. *Clinical Rehabilitation* 2003; 17: 137–139
- Iwata, M. Kondo, I. Sato, Y. Satoh, K. Soma, M. Tsushima, E. (2003). An ankle-foot orthosis with an inhibitor bar: effect on hemiplegic gait. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:924-7
- Kobayashi, T. Leung, A.K.L. Akazawa. Y. Hutchins, S.W. (2011). Design of a stiffness-adjustable ankle-foot orthosis and its effect on ankle joint kinematics in patients with stroke. *Gait & Posture* 33 (2011) 721–723
- Lehmann, J.F. Condon, S.M. Price, R. deLateur, B.J. (1987). Gait abnormalities in hemiplegia: their correction by ankle-foot orthoses. *Arch Phys Med Rehabil* 1987, 68(11):763-771

- Lehmann, J.F. Esselman, P.C. Ko, M.J. Smith, J.C. deLateur, B.J. Dralle, A.J. (1983). Plastic ankle-foot orthoses: evaluation of function. Archives of physical medicine and rehabilitation 1983 Sep;64(9):402-7.
- Lehneis, H.R. (1969). New Concepts in Lower Extremity Orthotics. Medical Clinics of North America, 53:3:3, pp. 585-592, 1969
- Lima, D. (1989). Overview of the Causes, Treatment, and Orthotic management of Lower Limb Spasticity. Journal of Prosthetics and Orthotics, vol. 2, nu. 1, pp. 33-39
- Malkin, K. Dawson, J. Harris, R. Parfett, G. Horwood, P. Morris, C. Lavis, G. (2008). A year of foot and ankle orthotic provision for adults: Prospective consultations data, with patient satisfaction survey. Science Direct. The Foot 18 (2008) 75–83
- Nagaya, M. (1997). Shoehorn-type ankle-foot orthoses: prediction of flexibility. Arch Phys Med Rehabil Vol78, January 1997
- Sumiya, T. Suzuki, Y. Kasahara, T. (1996). Stiffness control in posterior-type plastic ankle-foot orthoses: effect of ankle trimline. Part 2: orthosis characteristics and orthosis/patient matching. Prosthetics and Orthotics International, 1996, 20, 132-137
- Tyson, SH. Thornton, HA. (2001). The effect of a hinged ankle foot orthosis on hemiplegic gait: objective measures and users' opinions. Clinical Rehabilitation 2001; 15: 53–58
- Yamamoto, S. Ebina, M. Kubo, S. Kawai, H. Hayashi, T. Iwasaki, M. Kubota, T. Miyazaki, S. (1993). Quantification of the effect of themechanical property of ankle-foot orthoses on hemiplegic gait. Journal of Prosthetics and Orthotics. Volume 5, Number 3
- Yamamoto, S. Hagiwara, A. Mizobe, T. Yokoyama, O. Yasui, T. (2005). Development of an ankle - foot orthosis with an oil damper. Prosthetics and Orthotics International. December 2005; 29(3): 209 – 219
- Yates, G. (1968) A Method for Provision of Lightweight Aesthetic Orthopaedic Appliances. Orthopaedics: Oxford, 1:2, pp 153-162, 1968

## Figurenlijst

- Figuur 1: Enkelhoek (Boon, 2012)  
Figuur 2: Mechanica ((Paridaans, 2010)  
Figuur 3: Ypsilon, ToeOFF, BlueRocker ([www.allard.com](http://www.allard.com))  
Figuur 4: Foot-Up shoe-less ([www.ortho-europe.com](http://www.ortho-europe.com))  
Figuur 5: Peroneusveer ([www.handy-wijzer.nl](http://www.handy-wijzer.nl))  
Figuur 6: Push Aequi ([www.defysiomarkt.nl](http://www.defysiomarkt.nl))  
Figuur 7: Meetopstelling (Boon, 2012)  
Figuur 8: Testopstelling stijfheidmeting (Sumiya et al. 1996)  
Figuur 9: Hoge hak (Cook&Cozzens 1976)  
Figuur 10: Gemiddelde hak (Cook&Cozzens 1976) Fases van loopcyclus (www. [www.eduweb.hhs.nl](http://www.eduweb.hhs.nl))  
Figuur 11: Lage hak (Cook&Cozzens 1976)  
Figuur 12: Reflex regio's (Lima, 1989)  
Figuur 13: Methode voor spasme inhibitie (Fort at al. 1986)  
Figuur 14: Grafiek stijfheid dorsaalflexie (Boon, 2012)  
Figuur 15: Grafiek stijfheid plantairflexie (Boon, 2012)  
Figuur 16: Mechanica werking PP maatwerk EVO(Boon, 2012)  
Figuur 17: Mechanica ToeOFF(Boon, 2012)  
Figuur 18: Mechanica Foot-Up (Boon, 2012)  
Figuur 19: Mechanica peroneusveer (Boon, 2012)  
Figuur 20: Mechanica Push Aequi (Boon, 2012)  
Figuur 21: Staafdiagram functionaliteit (Boon, 2012)  
Figuur 22: Staafdiagram pasvorm (Boon, 2012)  
Figuur 23: Staafdiagram comfort (Boon, 2012)  
Figuur 24: Staafdiagram zichtbaarheid (Boon, 2012)  
Figuur 25: Staafdiagram schoenkeuze (Boon, 2012)  
Figuur 26: Draaipunt ToeOFF (Boon, 2013)

## Bijlage I Data-extractie tabel

| Titel                                                                       | Auteurs                                                                                     | Jaar                                                                          | Publicatie                                                 | Functie-eigenschap (doel)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Welke EVO's (domein)                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Biomechanics of Ankle-Foot Orthoses Past, Present, and Future               | Chu, T.T.                                                                                   | 2001                                                                          | Top Stroke Rehabil 2001; 7(4):19-28                        | In kaart brengen van wat er nog onderzocht moet worden op het gebied van biomechanica van de EVO                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PP Maatwerk EVO                            |
| Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia | Gatti, M.A. Freixes O. Fernandez, S.A. Rivas, M.E. Crespo, M. Waldman, S.V. Olmos, L.E.     | 2012                                                                          | Journal of Biomechanics 45 (2012) 2658-2661                | Vergelijken van knie kinematica tijdens het lopen met een EVO/schoencombinatie of bloedoets bij mensen met plantairflexie spasticiteit na CVA                                                                                                                                                                                                                                                             | PP maatwerk EVO                            |
| Effects of ankle-foot orthoses on hemiparetic gait                          | Gök, G. Kütükdereci, A. Altınkaynak, H. Yavuzer, G. Ergin, S.                               | 2003                                                                          | Clinical Rehabilitation 2003; 17: 137-139                  | Meten van: cadans (stappen/min.), loop snelheid, stap tijd, stap lengte, duur van dubbele steunfase, enkel dorsiflexie tijdens hiel-contact en de zwaaf fase, knie flexie moment en de grond reactie kracht                                                                                                                                                                                               | PP maatwerk EVO<br>EVO met metalen stangen |
| Titel                                                                       | Methode                                                                                     | Betrouwbaarheid meetinstrument                                                | Frequentie                                                 | Resultaten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |
| Biomechanics of Ankle-Foot Orthoses Past, Present, and Future               | Computer model (FEM) Experimenteel                                                          | Het experiment wordt gebruikt om de betrouwbaarheid van de FEM te controleren | vijf EVO's bij twee experimenten                           | Voorname lijk de nek regio (rond de enkels) ondervind het meeste stres<br>Als de nek regio wijder of dikker gemaakt wordt (voornamelijk lateraal) houdt de EVO de zelfde flexibiliteit, maar er ontstaat minder stres                                                                                                                                                                                     |                                            |
| Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia | Experimenteel ELITE                                                                         | ELITE (Davis et al.)                                                          | tien deelnemers<br>3x lopen met EVO<br>3x lopen zonder EVO | Met EVO hogere loop snelheid<br>Grotere stap lengte van niet aangedane been met EVO<br>Geen verschil in de knie flexie hoek tijdens toe-off<br>Grotere maximale knie flexie hoek tijdens de zwaai-fase met EVO                                                                                                                                                                                            |                                            |
| Effects of ankle-foot orthoses on hemiparetic gait                          | Vicon 370 Motion Analysis System (gait analysis)<br>Two force plates (grond reactie kracht) | Force plates (Bertec, Columbus, OH, USA)                                      | 12 hemiplegie patiënten                                    | Geen verschil in cadans, duur van dubbele stand fase, stap tijd en stap lengte tussen de twee EVO's.<br>Met de metalen EVO grotere loop snelheid<br>Meer dorsiflexie tijdens hiel-contact en zwaaf fase met de metalen EVO<br>Geen verschil in heup-flexie of extensie hoek tussen de twee EVO's<br>Bij de metalen EVO was er een afname van het knie-flexie moment in vergelijking met PP EVO & geen EVO |                                            |

## Bijlage II Meetprotocol stijfheid

1. Prothese been op de meetopstelling plaatsen en loodrecht zetten;
2. Goniometer op nul zetten;
3. EVO aan het been monteren (zoals deze ook bij een cliënt aangedaan moet worden);
4. Been en EVO op de schoenzool zetten. De hak volledig tegen de achterkap;
5. Voet- en wreefbandje strak aantrekken;
6. De neutrale enkelhoek noteren;
7. Dorsaalflexie stijfheid meten:
  - a. Het koord over de voorste katrol leggen;
  - b. Emmer met een gewicht van 0,5 kg aan de lus hangen;
  - c. De enkelhoek noteren op de invullijst;
  - d. 0,1 L water in de emmer gieten;
  - e. De enkelhoek noteren op de invullijst;
  - f. Stap d en e herhalen tot de maximale dorsaalflexiehoek (15°) bereikt is.
8. Plantairflexie stijfheid meten:
  - a. Het koord over de achterste katrol leggen;
  - b. Emmer met een gewicht van 0,5 kg aan de lus hangen;
  - c. De enkelhoek noteren op de invullijst;
  - d. 0,1 L water in de emmer gieten;
  - e. De enkelhoek noteren op de invullijst;
  - f. Stap d en e herhalen tot de maximale plantairflexiehoek (10°) bereikt is.

## Bijlage III Enquête



Soort EVO (vooraf in te vullen door onderzoeker)

Naam: .....  
(Niet verplicht)

Leeftijd: .....  
☐ Man ☐ Vrouw

#### A. Algemeen

1. Welke problemen ondervind u zonder de enkel-voet orthese?

.....  
.....  
.....

2. Bij welke activiteiten ondervind u deze problemen?

.....  
.....  
.....

3. Wat was uw verwachting van de enkel-voet orthese?

.....  
.....  
.....

4. Hoe lang maakt u al gebruik van de enkel-voet orthese?

- ☐ Korter dan een half jaar  
☐ 1/2 tot 1 jaar  
☐ 1 tot 2 jaar  
☐ langer dan 2 jaar

5. Wanneer draagt u de enkel-voet orthese?

- ☐ Heel de dag  
☐ Alleen tijdens het lopen  
☐ Anders, namelijk:

.....  
.....  
.....

6. Is het lopen verbeterd nu u de enkel-voet orthese draagt?

- ☐ Veel verbeterd  
☐ Een beetje verbeterd  
☐ Niet verbeterd  
☐ Verslechterd

7. Voldoet de enkel-voet orthese aan uw verwachting?

- ☐ Ja  
☐ Nee

Zo niet, waarom niet?

.....  
.....  
.....  
.....

Z.O.Z.

1

**B. Functionaliteit**

Geef aan in welke mate u het eens bent met de volgende stellingen  
(1 = veel verbeterd, 5 = niet verbeterd)

|                                                                         | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Mijn voet wordt beter opgetild met de enkel-voet orthese             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Ik kan mijn been gemakkelijker doorzwaaien met de enkel-voet orthese | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Mijn veiligheidsgevoel is verbeterd met de enkel-voet orthese        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Ik kan langere afstanden lopen met de enkel-voet orthese             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Ik kan sneller lopen met de enkel-voet orthese                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Ik loop stabiel met de enkel-voet orthese                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**C. Comfort**

Geef aan in welke mate u het eens bent met de volgende stellingen  
(1 = mee eens, 5 = niet mee eens)

|                                                  | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. De enkel-voet orthese heeft een goede pasvorm | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. De enkel-voet orthese zit comfortabel         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|                                                                                                             | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3. Hoe belangrijk vindt u het comfort van de enkel-voet orthese?<br>(1=heel belangrijk, 5= niet belangrijk) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. Ondervindt u problemen met de enkel-voet orthese?
- ☐ Ja  
☐ Nee

Zo ja, welke problemen?

.....

.....

.....

**D. Cosmetiek**

1. Wat vindt u van het uiterlijk van de enkel-voet orthese?

.....

.....

.....

|                                                              |                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Is de enkel-voet orthese goed zichtbaar onder uw kleding? | <input type="checkbox"/> Ja                                                                                                  |
|                                                              | <input type="checkbox"/> Nee                                                                                                 |
| Zo ja, hoe vervelend vindt u dat?                            | 1 2 3 4 5                                                                                                                    |
| (1=niet vervelend, 5= heel vervelend)                        | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

|                                                          |                              |                          |                          |                          |                          |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3. Is uw schoenkeuze beperkt door de enkel-voet orthese? | <input type="checkbox"/> Ja  |                          |                          |                          |                          |
|                                                          | <input type="checkbox"/> Nee |                          |                          |                          |                          |
| Zo ja, hoe vervelend vindt u dat?                        | 1                            | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
| (1=niet vervelend, 5= heel vervelend)                    | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|                                                                                                               |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 4. Hoe belangrijk vindt u het uiterlijk van de enkel-voet orthese?<br>(1=heel belangrijk, 5= niet belangrijk) | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|                                                                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Heeft u nog opmerkingen?

.....

.....

.....

Hartelijk dank voor Uw medewerking!

2

## Bijlage IV Begeleidende brief

Logo bedrijf



Naam

Straat + huisnummer

Postcode + stad

Eindhoven, datum

Onderwerp: Onderzoek enkel-voet orthesen

Geachte heer/mevrouw,

U ontvangt deze brief naar aanleiding van het onderzoek naar de functionaliteit, het comfort en het uiterlijk van uw enkel-voet orthese die wij bij u aangemeten hebben.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd door een student van de opleiding Orthopedische Technologie van de Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven in samenwerking met .....(naam bedrijf).....

In deze informatiebrief wordt het doel van het onderzoek uitgelegd. Ook wordt uitgelegd hoe deze uitgevoerd wordt en wat er met uw gegevens gebeurt. Heeft u na het lezen van de informatie nog vragen, dan kunt u altijd terecht bij de onderzoeker. Onderaan deze brief vindt u de contactgegevens.

### **Wat is het doel van het onderzoek?**

Omdat er bij het voorschrijven van een enkel-voet orthese belangrijk is hoe het comfort ervaren wordt en wat men van het uiterlijk vindt, is hier een enquête voor gemaakt. De gegevens uit deze enquête kunnen we in het vervolg gebruiken om zo de beste producten te leveren. Voor u betekent dit dat u nog beter geïnformeerd kan worden over de mogelijkheden en de voor- en nadelen van de enkel-voet orthesen.

### **Hoe wordt het onderzoek uitgevoerd?**

Het onderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van een enquête die bij deze brief is toegevoegd. Het invullen van de enquête duurt ongeveer 10 minuten. Bij deze enquête is een antwoortenveloppe met postzegel toegevoegd. U kunt de enquête in deze enveloppe kosteloos terug sturen. De enquêtes worden **anoniem** verwerkt. De gegevens uit het onderzoek worden gebruikt om een duidelijk overzicht te krijgen van alle enkel-voet orthesen en de eigenschappen die daarbij horen.

### **Wat wordt er van u verwacht?**

Uw mening en ervaring is voor de onderzoeker van groot belang. Deelname aan de enquête geeft u de mogelijkheid om uw ervaring te delen met de onderzoekers. Het uiteindelijke doel van het onderzoek is zoveel mogelijk ervaringen te krijgen en deze in de toekomst te gebruiken.

Omdat het bij dit soort onderzoeken wettelijk verplicht is dat er een getekende toestemmingsverklaring moet zijn, wil ik u vragen deze te ondertekenen en samen met de enquête terug te sturen. De enquête kan alleen verwerkt worden wanneer u deze ondertekent.

Om het onderzoek zo betrouwbaar mogelijk te maken hebben we zoveel mogelijk respons nodig. We willen u daarom verzoeken om de ingevulde enquête en de toestemmingsverklaring **zo snel mogelijk** terug te sturen.

Alvast hartelijk bedankt voor uw medewerking.

Met vriendelijke groeten,

Mariska Boon

Student Orthopedische Technologie

Fontys Paramedische Hogeschool te Eindhoven

E-mail: [mariska.boon@gmail.com](mailto:mariska.boon@gmail.com)

Tel: 06-30523523

## Bijlage V Toestemmingsformulier

### TOESTEMMINGSFOMULIER

#### Onderzoek 'functionaliteit, comfort en cosmetiek enkel-voet orthese'

Voor dit onderzoek vul ik eenmalig een enquête in. Al mijn gegevens worden anoniem verwerkt en de gegevens worden alleen voor dit onderzoek gebruikt. Na afloop van het onderzoek worden alle gegevens van de enquêtes vernietigd.

Ik heb voldoende informatie gekregen over het onderzoek en ik vind het goed om mee te doen. Ik weet dat meedoen helemaal vrijwillig is. Ik weet dat ik op ieder moment kan beslissen om toch niet mee te doen. Daarvoor hoef ik geen reden te geven.

Naam:

Datum:

Handtekening:

-----

#### Verklaring onderzoeker:

Ik verklaar hierbij dat ik deze deelnemer volledig heb geïnformeerd over het genoemde onderzoek.

Naam onderzoeker:

Datum:

Handtekening:

## Bijlage VI Resultaten enquête: functionaliteit

PP maatwerk n=16

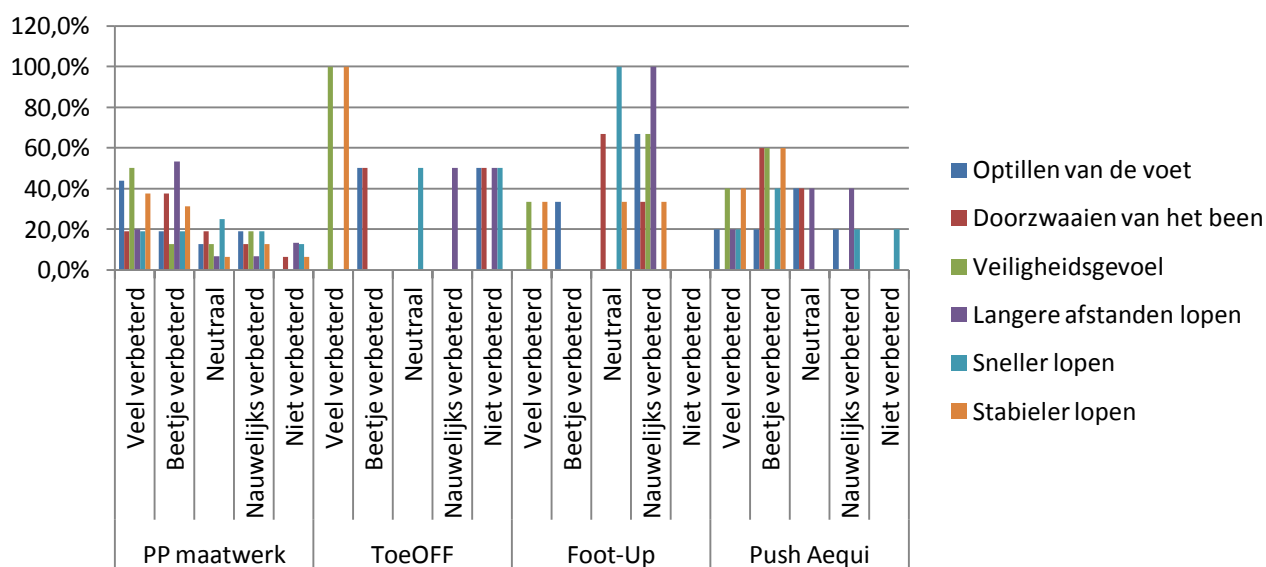
ToeOFF n=2

Foot-Up n=3

Push Aequi n=5

(n=aantal respondenten)

|             |                      | Optillen van de voet | Doorzwaaien van het been | Veiligheidsgevoel | Langere afstanden lopen | Sneller lopen | Stabieler lopen |
|-------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-----------------|
| PP maatwerk | Veel verbeterd       | 43,8%                | 18,8%                    | 50,0%             | 20,0%                   | 18,8%         | 37,5%           |
|             | Beetje verbeterd     | 18,8%                | 37,5%                    | 12,5%             | 53,3%                   | 18,8%         | 31,3%           |
|             | Neutraal             | 12,5%                | 18,8%                    | 12,5%             | 6,7%                    | 25,0%         | 6,3%            |
|             | Nauwelijks verbeterd | 18,8%                | 12,5%                    | 18,8%             | 6,7%                    | 18,8%         | 12,5%           |
|             | Niet verbeterd       |                      | 6,3%                     |                   | 13,3%                   | 12,5%         | 6,3%            |
| ToeOFF      | Veel verbeterd       |                      |                          | 100,0%            |                         |               | 100,0%          |
|             | Beetje verbeterd     | 50,0%                | 50,0%                    |                   |                         |               |                 |
|             | Neutraal             |                      |                          |                   |                         | 50,0%         |                 |
|             | Nauwelijks verbeterd |                      |                          |                   | 50,0%                   |               |                 |
|             | Niet verbeterd       | 50,0%                | 50,0%                    |                   | 50,0%                   | 50,0%         |                 |
| Foot-Up     | Veel verbeterd       |                      |                          | 33,3%             |                         |               | 33,3%           |
|             | Beetje verbeterd     | 33,3%                |                          |                   |                         |               |                 |
|             | Neutraal             |                      | 66,7%                    |                   |                         | 100,0%        | 33,3%           |
|             | Nauwelijks verbeterd | 66,7%                | 33,3%                    | 66,7%             | 100,0%                  |               | 33,3%           |
|             | Niet verbeterd       |                      |                          |                   |                         |               |                 |
| Push Aequi  | Veel verbeterd       | 20,0%                |                          | 40,0%             | 20,0%                   | 20,0%         | 40,0%           |
|             | Beetje verbeterd     | 20,0%                | 60,0%                    | 60,0%             |                         | 40,0%         | 60,0%           |
|             | Neutraal             | 40,0%                | 40,0%                    |                   | 40,0%                   |               |                 |
|             | Nauwelijks verbeterd | 20,0%                |                          |                   | 40,0%                   | 20,0%         |                 |
|             | Niet verbeterd       |                      |                          |                   |                         | 20,0%         |                 |



## Bijlage VII GO/NO GO projectvoorstel



## B3 Beoordelingsformulier projectvoorstel

Opleiding: *OF*Naam student: *Mariska Boon*

Studentnummer:

Titel Project: *Onderzoek naar eigenschappen van prefab en maatwerk ELO's in relatie tot functie bep.*Naam begeleider: *Jessica vDijk* en participatie van gebruikersNaam interne beoordelaar: *Cojanne Kars*Datum beoordeling: *12-9-12*

- 1 Het projectvoorstel is opgesteld volgens het format (max 350 – 400 woorden) ☒ JA/NEE
- 2 Spelling en taalgebruik zijn correct ☒ JA/NEE
- 3 Het projectvoorstel sluit aan bij actuele en relevante ontwikkelingen binnen het domein van de handelingspraktijk ☒ JA/NEE
- 4 De probleemstelling is voldoende helder geformuleerd ☒ JA/NEE
- 5 Er is een heldere probleemanalyse (uitgangspunten, onderscheid hoofd- en bijzaken, hypothese) ☒ JA/NEE
- 6 In de probleemanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen feiten en meningen ☒ JA/NEE
- 7 Uit projectvoorstel en probleemstelling blijkt maatschappelijke en paramedische relevantie ☒ JA/NEE
- 8 Op basis van de probleemstelling kan een concrete, relevante en beantwoordbare vraagstelling geformuleerd worden voor het onderzoek ☒ JA/NEE
- 9 De gebruikte bronnen zijn representatief en actueel ☒ JA/NEE
- 10 De gebruikte argumentatie is steekhoudend en verantwoord ☒ JA/NEE

## BEOORDELING

☒ GO ☐ NO GO

Handtekening beoordelaar:



## B3 Beoordelingsformulier projectvoorstel

Opleiding: Orthopedische Technologie

Naam student: Mariska Boon

Studentnummer:

Titel Project: Onderzoek naar eigenschappen .... participatie van gebruikers.

Naam 1<sup>o</sup> begeleider: Jessica v Dijk

Naam interne beoordelaar: Cojanne Kars.

Datum beoordeling: 12-9-12

- |                                                                                                                                       |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1 Het projectvoorstel is opgesteld volgens het format (max 350 – 400 woorden)                                                         | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 2 Spelling en taalgebruik is correct                                                                                                  | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 3 Het projectvoorstel sluit aan bij actuele en relevante ontwikkelingen binnen het domein van de handelingspraktijk                   | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 4 De probleemstelling is voldoende helder geformuleerd                                                                                | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 5 Er is een heldere probleemanalyse (uitgangspunten, onderscheid hoofd- en bijzaken, hypothese)                                       | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 6 In de probleemanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen feiten en meningen                                                           | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 7 Uit projectvoorstel en probleemstelling blijkt maatschappelijke en paramedische relevantie                                          | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 8 Op basis van de probleemstelling kan een concrete, relevante en beantwoordbare vraagstelling geformuleerd worden voor het onderzoek | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 9 De gebruikte bronnen zijn representatief en actueel                                                                                 | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |
| 10 De gebruikte argumentatie is steekhoudend en verantwoord                                                                           | <input checked="" type="radio"/> JA/NEE |

## BEOORDELING

☒ GO ☐ NO GO

Handtekening beoordelaar:

## Bijlage VIII GO/NOGO projectplan



B4 Beoordelingsformulier projectplan

Opleiding:

Naam: *OT Mariska Boon*

Studentnr:

Datum: *25-10*

Titel:

**Diversen**

- Het projectplan is opgesteld volgens het format

☒ ja / ☐ nee

- Spelling en taalgebruik zijn correct

☒ ja / ☐ nee**Probleemomschrijving en probleemstelling (inleiding)**

- De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd

☒ ja / ☐ nee

- Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie

☒ ja / ☐ nee

- Op basis van de probleemstelling wordt een concrete en relevante vraagstelling (of meerdere) geformuleerd met eventueel subvragen

☒ ja / ☐ nee**Doelstelling**

De doelstelling is:

- Voldoende helder en concreet geformuleerd

☒ ja / ☐ nee

- Relevant voor een gekozen doelgroep binnen de (paramedische) beroepspraktijk

☒ ja / ☐ nee

- Praktisch uitvoerbaar

☒ ja / ☐ nee

- Haalbaar binnen de tijd

☒ ja / ☐ nee**Projectproduct**

Het projectproduct:

- Sluit aan bij de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling

☒ ja / ☐ nee

- Is bruikbaar voor de gekozen doelgroep

☒ ja / ☐ nee

- Sluit aan bij de wens van de opdrachtgever

☒ ja / ☐ nee

- De producteisen zijn nauwkeurig omschreven

☒ ja / ☒ nee**Activiteiten/methode**

Er wordt voldoende inzicht gegeven in soorten activiteiten en soorten bronnen voor het uitvoeren van het onderzoek en het tot stand komen van het product

☒ ja / ☐ nee**Tijdpad**

- Het tijdpad geeft voor het project als geheel een globale fasering en tijdbesteding en voor de eerstkomende weken een steeds gedetailleerdere invulling

☒ ja / ☐ nee

- In de tabel zijn belangrijke momenten (typografisch opvallend) vastgelegd, (bv. contactmomenten, inlevermomenten e.d.)

☒ ja / ☐ nee

Studiehandleiding FPH versie 2012 - 2013

*Wen komen te hoog uit!*

25



- In het tijdpad wordt al een globale invulling gegeven van de taakverdeling bij de geplande activiteiten

☒ ja / ☐ nee

#### Begrote kosten

Er wordt een helder inzicht gegeven in:

- De te verwachten soorten kosten qua geld en uren
- De verdeling van deze kosten (projectleider, student, opleiding)

☒ ja / ☐ nee

☒ ja / ☐ nee

#### Literatuur

- Gebruikte en geplande literatuur is specifiek en in voldoende omvang genoemd
- Er wordt verwezen naar relevante en recente literatuur
- Literatuurverwijzingen, in lopende tekst en in literatuurlijst, worden gegeven volgens de Schrijfwijzer (Wouters 2012)

☒ ja / ☐ nee

☒ ja / ☐ nee

☒ ja / ☐ nee

Toelichting:

*Alle punten onder B3.1 tot en met B3.8 moeten met 'ja' beantwoord zijn om een GO voor het project te krijgen. De begeleider bespreekt met de student op welke punten wijzigingen nodig zijn.*

**ALGEMEEN:**

☒ GO

/

☐ NO GO

Naam beoordelaar:

Datum + Handtekening

Jessica v Dijk

**B4 Beoordelingsformulier projectplan**

Opleiding: OT.

Naam student: Mariska Boon

Studentnr:

Datum: 25-10-12

Titel: een optimaal EVO keuze.

**Diversen**

- Het projectplan is opgesteld volgens het format
- Spelling en taalgebruik zijn correct

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Probleemomschrijving en probleemstelling (inleiding)**

- De probleemomschrijving is voldoende helder geformuleerd
- Uit de probleemomschrijving, blijkt de maatschappelijke en paramedische relevantie
- Op basis van de probleemstelling wordt een concrete en relevante vraagstelling (of meerdere) geformuleerd met eventueel subvragen

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Doelstelling**

De doelstelling is:

- Voldoende helder en concreet geformuleerd
- Relevant voor een gekozen doelgroep binnen de (paramedische) beroepspraktijk
- Praktisch uitvoerbaar
- Haalbaar binnen de tijd → al wordt dit pittig!

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Projectproduct**

Het projectproduct:

- Sluit aan bij de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling
- Is bruikbaar voor de gekozen doelgroep
- Sluit aan bij de wens van de opdrachtgever
- De producteisen zijn nauwkeurig omschreven

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Activiteiten/methode**

Er wordt voldoende inzicht gegeven in soorten activiteiten en soorten bronnen voor het uitvoeren van het onderzoek en het tot stand komen van het product

☒ ja ☐ nee

**Tijdpad**

- Het tijdpad geeft voor het project als geheel een globale fasering en tijdbesteding en voor de eerstkomende weken een steeds gedetailleerdere invulling
- In de tabel zijn belangrijke momenten (typografisch opvallend) vastgelegd, (bv. contactmomenten, inlevermomenten e.d.)
- In het tijdpad wordt al een globale invulling gegeven van de taakverdeling bij de geplande activiteiten

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Begrote kosten**

Er wordt een helder inzicht gegeven in:

- De te verwachten soorten kosten qua geld en uren
- De verdeling van deze kosten (projectleider, student, opleiding)

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

**Literatuur**

- Gebruikte en geplande literatuur is specifiek en in voldoende omvang genoemd
- Er wordt verwezen naar relevante en recente literatuur
- Literatuurverwijzingen, in lopende tekst en in literatuurlijst, worden gegeven volgens de Schrijfwijzer (Wouters 2012)

☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee  
☒ ja ☐ nee

Toelichting:

Ik heb een aantal punten toegewege in je projectplan, als aanvulling, commentaar of tip. Maar een mooi plan voor een mooi onderwerp. Succes!

Alle punten onder moeten met 'ja' beantwoord zijn om een GO voor het project te krijgen. De begeleider bespreekt met de student op welke punten wijzigingen nodig zijn.

**ALGEMEEN:**☒ GO☐ NO GO

Naam beoordeelaar:

Datum + Handtekening

25-10-12

Cjanne Kars.

