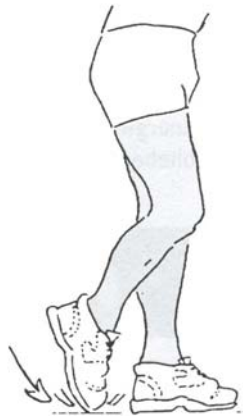


Ontwikkeling van een dynamische orthese voor de revalidatie van patiënten met neurologische stoornissen ter verbetering van de stabiliteit en looppatroon

Door Stig Willner, M.D. Orthopedische Afdeling Universiteitsziekenhuis MAS, S-205 Malmö, Zweden;
Jan Smits, C.P.O., Holterbergweide 26, 5709 MP Helmond, Nederland.

ACHTERGROND

Er zijn tal van orthesen beschikbaar die de enkel en de voet stabiliseren. Een veel voorkomende indicatie voor het gebruik hiervan zijn peroneale verlammingen of andere neurologische aandoeningen die resulteren in een "klapvoet", een fenomeen dat vaak gepaard gaat met uiteenlopende vormen



neurologische stoornissen, en dan met name bij post-CVA patiënten. De voorvoet "klapt" naar beneden terwijl de patiënt loopt, waardoor het lopen een enorme opgave wordt en waardoor een normale looppatroon onmogelijk is. Bij elke vorm van neurologische beschadiging of insult ligt het voor de hand dat de revalidatiesnelheid proportioneel toeneemt met de snelheid waarmee de patiënt opnieuw een zo goed mogelijke looppatroon ontwikkelt. Dat geldt met name voor CVA-patiënten, waarvoor het van kritisch belang is, dat ze middels herhaalde "normale" bewegingen hun zenuwstelsel opnieuw gaan trainen zodat het weer op de juiste manier gaat reageren.

Tot op heden bleef de orthopedische behandeling van de klapvoet beperkt tot de toepassing van conventionele enkel/voetorthesen (EVO). Oorspronkelijk werden hiervoor metalen staanders ingezet die met een veermechanisme werkten en die aan of in de schoen geplaatst werden, maar de kunststoftechnologie heeft een grote verscheidenheid aan maatwerk- of geprefabriceerde kunststof (met name polypropyleen) enkel/voetorthesen

voortgebracht. Het primaire doel en de functie van deze hulpmiddelen bestond erin de voet te "omklemmen" om het zogeheten "klappen" te voorkomen. De teenafzet van de voorvoet verloopt echter niet dynamisch en de plaatsing en beweging van de voet blijft rigide.

Wanneer de orthese gedragen wordt, kan het zijn dat het "slepen" van de voet hierdoor enigszins afneemt, hoewel de looppatroon karakteristiek er niet aanzienlijk door verbetert en zal de patiënt niet in staat blijken om een beduidend grotere afstand lopend af te leggen, terwijl juist dat van groot belang is; niet alleen voor het neurologisch revalidatieprogramma, maar ook voor de revalidatie en versterking van het cardiovasculaire en respiratoire systeem.

De patiëntentrouw v.w.b. het dragen van deze orthesen is vaak laag gebleken. Enkele redenen hiervoor zijn de logge vormgeving en het gewicht van de orthese, drukplekken rond de hiel en problemen bij het dragen van de orthese in gewone schoenen. In veel gevallen moet de patiënt een grotere maat schoenen kopen waar de orthese in past.

In plaats van de functie te beperken teneinde een "klapvoet" of "slepen" van de voet te voorkomen, lijkt het logischer om te zoeken naar een meer productieve en betere toepassing van een orthese die het looppatroon verbetert en met behulp waarvan de patiënt meer uit zijn/haar revalidatietherapie haalt. De doelstelling bij de ontwikkeling van een nieuwe orthese voor de behandeling van een klapvoet was om die reden niet alleen gericht op een verbeterde acceptatie en aanpasmethode voor de orthese, maar tevens op de realisatie van een meer dynamische orthese die zowel het

looppatroon als de loopcapaciteit verbeterd.

Er zijn tal van studies verricht waarbij het looppatroon van geamputeerde die energieabsorberende prothesevoeten dragen vergeleken worden met die van patiënten met niet-energieabsorberende voetprothesen. De looppatroon dynamiek neemt aanzienlijk toe wanneer de energieabsorberende voetprothesen gedragen worden. Patiënten waarbij de energieabsorberende prothesevoeten worden toegepast, vertonen een grotere staplengte, zijn in staat om in een hoger tempo te lopen en kunnen grotere afstanden afleggen.

Doelstelling bij de ontwikkeling van een nieuwe orthese voor de klapvoet was het de aandacht te vestigen op de verbetering van het looppatroon en een toename van de loopcapaciteit. We weten dat e.e.a. mogelijk is voor patiënten met onderbeenprothesen wanneer de eigenschappen van de energie-absorberende voet in de prothese toegepast worden. We hebben onderzocht hoe we dezelfde eigenschappen zouden kunnen toepassen in een onderbeen orthese om zo tot een efficiënte "mobilisering" van de neurologisch gestoorde voet te komen, op dezelfde manier als dat in de energieabsorberende voet wordt gedaan om de onderbeenprothese "mobiel" te maken.

MATERIAALKEUZE

Een gering gewicht, stabiliteit en dynamische eigenschappen golden als eerste uitgangspunten voor een efficiënte functie van de energieabsorberende voet, vandaar dat het logisch leek dat dezelfde factoren ook ten grondslag moesten liggen aan de ontwikkeling van een meer functionele orthese voor de klapvoet. Om al deze eigenschappen te verkrijgen, is de materiaalkeuze van cruciaal belang. De uiteindelijke materiaalanalyse resulteerde in de ontwikkeling van een thermisch hardende verbinding op basis van



epoxyharsen die verstevigd werd met behulp van glasvezel, carbon en kevlar. Een eigenschap die al deze materialen gemeen hebben, is een gering gewicht. Daarbij heeft

glasvezel een hoge elasticiteit – een belangrijke eigenschap voor het proximale deel van de orthese om zich "automatisch" aan te passen aan uiteenlopende onderbeencontouren. Carbon zorgt voor de vereiste stijfheid voor de stabilisering van het geheel van het enkel/voetgewricht. En kevlar, tenslotte, geeft de vereiste versteviging van de voetzool waardoor de plantair flexie (klapvoet) voorkomen wordt, plus de flexibiliteit die de teenafzet van de voorvoet tijdens het lopen verbetert en er zo tijdens het looppatroon voor zorgt dat de "afwikkeling van de voet" beter verloopt, waardoor het looppatroon zo normaal als mogelijk hersteld wordt.

CONFIGURATIE VAN DE ORTHESE

De biomechanische eisen voor een "normale" Looppatroon werden bestudeerd. Hieruit bleek dat het hielbeen tijdens het neerkomen van de hiel naar buiten draait, waardoor de pronatiefunctie geactiveerd wordt. Om die reden leek het van cruciaal belang, dat de hiel "onbelast" moest blijven om deze functie uit te kunnen voeren. Bij conventionele enkel/voetorthesen wordt een dorsale kuitsteun toegepast. In het geval van de orthese met dynamische looppatroon respons wordt daarentegen een anterieure steun toegepast, die het mogelijk maakt dat de hiel zijn biomechanische functie uitvoert en waarbij de orthese niet in aanraking komt met gevoelige, aan de achterzijde van het been gelegen weefsels zoals de achterste kuitpartijen, de achillespees en de achterbovenzijde van het hielbeen. Daarnaast loopt de anterieure steun door tot aan de bovenzijde van het scheenbeen om zo het been te stabiliseren tijdens het looppatroon en de beweging van de knie te verbeteren tijdens het lopen.

FUNCTIE

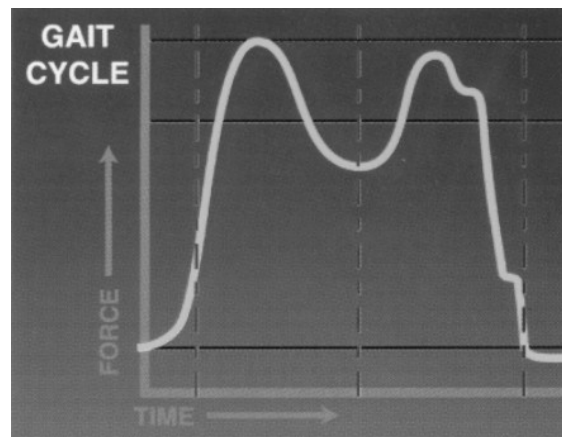
Bij het neerkomen van de hiel wordt de energie via de kevlar/carbonvezel zool overgedragen, waardoor de fase van de teenafzet vereenvoudigt wordt. De elasticiteit van de zool geeft een verbetering te zien van de stapfase, met name van de voorvoet. De middenvoetsbeentjes fungeren als draaipunt voor de afwikkeling van de voorvoet, waardoor het lichaamsgewicht voor de orthese geplaatst wordt en waardoor er grotere stappen te maken zijn. Wanneer het bovenlichaam naar voren wordt verplaatst, oefent het scheenbeen druk uit op de scheenbeenplaat en wordt de energie vanuit de zool vrijgemaakt die zorgt voor de impuls die vereist is voor de teenafzet.

TOEPASSINGSMETHODEN VAN DE DYNAMISCHE ORTHESE

De loopcapaciteit bij toepassing van de ToeOFF® werd in het ganglaboratorium van de orthopedische afdeling van het Universiteitsziekenhuis van Lund (Zweden) getest in het kader van een objectieve studie waarbij gebruik gemaakt werd van een VICON computersysteem. Voor het onderzoek werd een 35-jarige testpersoon met een verlamming van de linker mediale triceps surae gebruikt. Er werd een vergelijking gemaakt van de looppatroon resultaten tijdens het dragen van 1) schoenen zonder orthese, 2) een conventionele kunststof enkel/voetorthese, en 3) de ToeOFF® orthese met dynamische respons. Op de videopresentatie is te zien hoe het looppatroon verloopt wanneer de ToeOFF® wordt gedragen: de patiënt

hinkt minder. Het effect van de klapvoet is minder zichtbaar; de heup- en knieflexie is beter. De patiënt maakt grotere stappen en het betreffende been wordt langer belast.

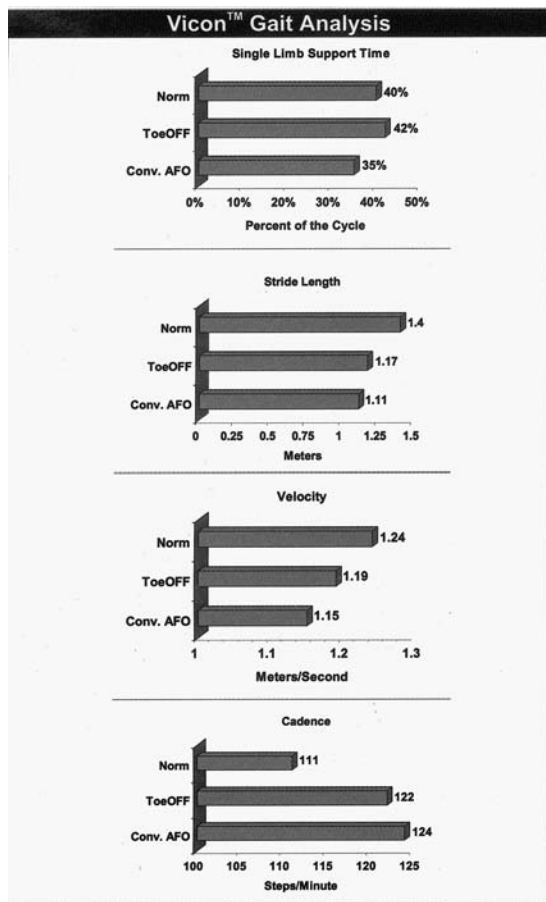
De beweeglijkheid van de gewrichten neemt toe wanneer de ToeOFF® gedragen wordt: het heupgewricht kan verder gestrekt worden in vergelijking met conventionele enkel/voetorthesen. Dit vanwege feit dat de middenvoetsbeentjes bewogen kunnen worden, waardoor de het heupgewricht in een betere positie komt te staan. Met de ToeOFF® is de patiënt tevens in staat om zijn kniegewricht beter te strekken. In het enkelgewricht wordt met de ToeOFF® de grootste mogelijke beweeglijkheid bereikt, terwijl een conventionele enkel/voetorthese de minste beweeglijkheid te zien geeft.



Met behulp van het VICON-computersysteem werd er een vergelijkende analyse gemaakt van de beweging (meter / seconde), de staplengte (meter), het loopritme (stappen/ minuut) en de belastingstijd (% van cyclus):

	Norm	ToeOFF®	EVO
Belastingstijd (% van de cyclus)	40	42	35
Staplengte (in meters)	1,40	1,17	1,11
Beweging (in m/s)	1,24	1,19	1,15
Loopritme (stappen/minuut)	111	122	124

VICON™ GAIT ANALYSIS



SAMENVATTING

Op het moment van onderzoek maken meer dan 500 patiënten met aandoeningen aan de voet, veroorzaakt door uiteenlopende vormen van neurologische stoornissen, gebruik van de ToeOFF®. De feedback is zeer goed geweest en de ToeOFF® kreeg in alle gevallen de voorkeur boven conventionele orthesen. Vanwege de geringe dikte en de vorm van de ToeOFF®, laat deze zich goed combineren met gewone schoenen en is deze functioneel in het gebruik. Voor een nog groter draagcomfort of voor het verkrijgen van andere strek- en buigbewegingen van de knie kan de orthese uitgevoerd worden met optionele voeringen of andere orthopedische hulpmiddelen. Dankzij het geringe gewicht (125 gram) is de ToeOFF® eveneens goed bruikbaar voor patiënten met zwakke spieren.

De loopcapaciteit neemt aanzienlijk toe dankzij de goede pasvorm en de lichte constructie van de orthese en vanwege het verbeterde dynamische effect op het looppatroon. Bij patiënten die de orthese dragen neemt de loopcapaciteit toe met een factor drie tot vijf.

Jongere patiënten die bijvoorbeeld lijden aan peroneale verlamming kunnen 5 km afleggen met deze orthese, tegen maximaal 1 km wanneer ze al dan niet gebruik maken van een conventionele klapvoetorthese. Dankzij de stevigheid van het toegepaste materiaal (met name kevlar en carbon), biedt de ToeOFF® een aanzienlijk hoge weerstand aan gewichtsbelastingen die optreden tijdens staan en lopen.

Verder onderzoek ter beoordeling van de objectieve activiteitstoename, lager energiegebruik tijdens het lopen en de tevredenheid van patiënten maken deel uit van de toekomstige research.

Voor commerciële gegevens m.b.t. de ToeOFF® kunt u zich wenden tot:

Basko Healthcare

Postbus 8359, 1005 AJ Amsterdam, Tel: 020 - 6131513, Fax; 020 - 6112725 (tot 25 november 2002)

Postbus 2194, 1500 GD Zaandam, Tel: 075 - 6131513, Fax; 020 - 6112725 (vanaf 25 november 2002)

Of bezoek onze internet website: www.basko.com

BIBLIOGRAFIE

- Murray M.P., Drought A.B., Kory R.C. "Walking patterns of normal men" J. Bone Joint Surg. 1984; 46A: 335-360.
- Perry J. "Gait analysis: Normal and Pathological Function" Slack Int. Book Distributors; 1992.
- Perry J, Hoffer M.M., Giovan P, Antonelli D, Greenbert R. "Gait analysis of the triceps surae in cerebral palsy" J. Bone Joint Surg. 1974; 56A:511
- Skinner S.R., Antonelli D., Perry J., Lesty D.K. "Functional Demands on the stance limb in walking" Orthopedics 1985; 8:355-361.
- Waters R.L., Perry J., Antonelli D., Hislop H. "Energy cost of walking of amputees; The influence of level amputation" J. Bone Joint Surg. 1976; 58A:42-46.
- Waters R.L., Yakura J.S. "The energy expenditure of normal and pathological gait" Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine 1989; 1: 187-209.