

Veel sporters die een enkelverzwikking hebben doorgemaakt gebruiken tape of een brace om herhaling te voorkomen.

Beide methoden kennen in de praktijk een aantal voor- en nadelen. De externe enkelband EXO-L, een innovatie die is ontwikkeld door de TU Delft en het Erasmus MC, biedt een nieuwe oplossing.

Innovatieve externe enkelband tegen herhaald verzwikken

**Marcel Fleuren,
Johan Molenbroek,
Gert-Jan Kleinrensink,
Sarah Verschoor
& Dick Zaanen**

Het ontwerp van de externe enkelband is gebaseerd op uitgebreid onderzoek naar de werking van natuurlijke ligamenten. De band ondersteunt de enkel en biedt toch volledige bewegingsvrijheid. Daarmee is het product uniek in zijn soort. Ook de manier waarop een optimale pasvorm wordt verwezenlijkt is vernieuwend, namelijk door middel van 3D-scannen en 3D-printen. Daardoor is er zowel sprake van individueel maatwerk als toegankelijkheid voor een grote groep mensen ('mass customization').

Dit artikel geeft een beschrijving van de drie jaar durende onderzoeks- en ontwikkelingsperiode en bespreekt de resultaten van de gebruikersonderzoeken die in die periode hebben plaatsgevonden.

Inversietrauma

Na knieblessures zijn enkelblessures de meest voorkomende sportblessures in Nederland. Jaarlijks lopen 770.000 sporters een enkelblessure op; dit is 17% van alle sportgerelateerde blessures. 290.000 van deze enkelblessures worden medisch behandeld.

Van alle enkelblessures is 85% een inversietrauma: een verzwikking,

waarbij de voet naar binnen klapt.¹

Zo'n trauma wordt meestal opgelopen tijdens ongecoördineerde bewegingen, bij springen of na fysiek contact. Een sporter kan er weken door uitgeschakeld zijn.

Ligamenten

Ligamenten verbinden de botten met elkaar en beperken de bewegingsuitslagen van een gewricht. Ze zijn visco-elastisch: wanneer de bewegingsuitslag van het gewricht na een gecontroleerde actie afneemt, zal het ligament in zijn originele vorm terugkomen.

In de voet zitten maar liefst 108 ligamenten. Bij een inversietrauma is vrijwel altijd het ligamentum talofibulare anterius (lig. TFa) als eerste aangedaan, soms in combinatie met andere lateraal gelegen ligamenten.² De oorsprong van de distorsie van het lig. TFa ligt in een exoroterende beweging van het onderbeen ten opzichte van de voet (zie figuur 1). Door deze beweging neemt de afstand tussen het bevestigingspunt van het lig. TFa op de fibula en het bevestigingspunt op de talus toe en komt het ligament op spanning te staan.³ Wanneer de krach-

ten te groot worden, zal het ligament gaan uitrekken of scheuren. Bij een landing op het laterale deel van de voet is bovendien vaak een component van plantairflexie aanwezig. Dat vergroot de werkarm van de grondreactiekracht en zorgt voor een minder stabiele verbinding tussen de wigvormige talus en de tibia-fibula vork, resulterend in een extra hoge spanning op het lig. TFa.⁴

Preventieve bescherming

Er zijn meerdere mogelijkheden om de enkel te ondersteunen en (recidief) letsel te voorkomen. Conventionele methoden zijn het toepassen van tape of gebruiken van een brace. De externe enkelband is daar nu als optie bijgekomen.

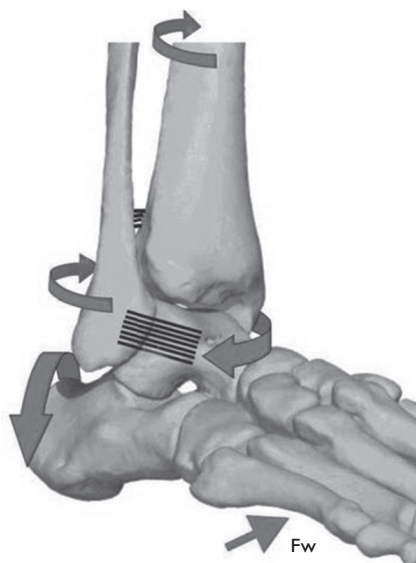
Tape

Tape beperkt de inversiebeweging en reduceert de bewegingssnelheid. Het effect van tape is echter van korte duur. Door het *loosening-effect* neemt het in korte tijd met 40% tot 50% af. Daarnaast is tape naar verhouding duur en kan het gaan het irriteren op de huid.

Brace

Het loosening-effect van een brace is veel minder, namelijk tussen de 4,5% en 12%.⁵ De braces die momenteel op de markt zijn vertonen grote verschillen. Er is veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit van verschillende types, waaruit blijkt dat niet één specifiek type het effectiefst is. Wel is gebleken dat rigide braces effectiever zijn dan semi-rigide braces.⁶

Elke brace kent voor- en nadelen. In figuur 2 is te zien hoe sporters verschillende soorten conventionele braces beoordelen m.b.t. stabiliteit en sportief gebruik. Hieruit blijkt dat hoe effectiever



Figuur 1. Bewegingen van voet en onderbeen bij het oplopen van een inversietrauma.

de brace is, des te groter de perceptie van discomfort. Dit heeft er mee te maken dat braces die beter ondersteunen vaak groter zijn, de beweging beperken en gaan drukken op de huid, wat weer irritatie op de huid tot gevolg heeft.

Externe enkelband

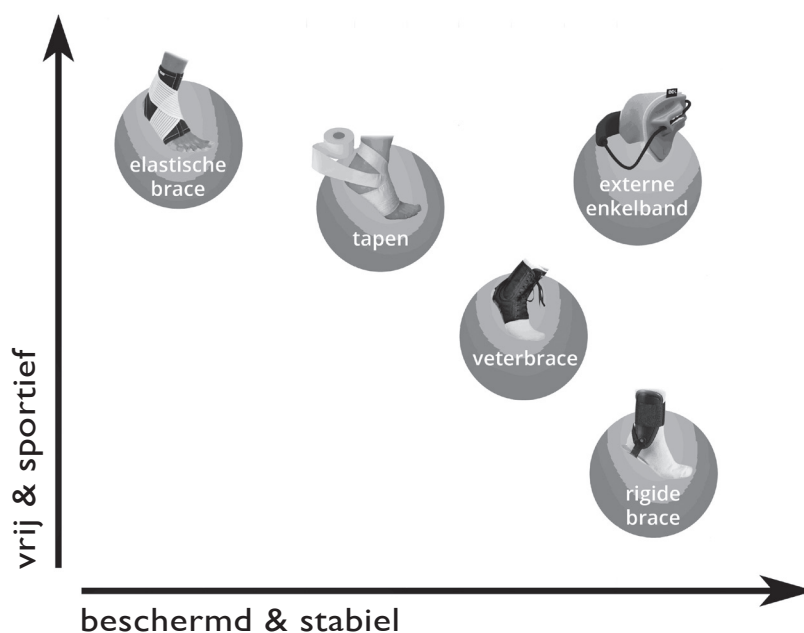
Bij de ontwikkeling van de externe enkelband is gezocht naar een oplossing (zie figuur 2, rechts bovenin) die de enkel zoveel mogelijk ondersteunt, maar tevens een optimaal gevoel van vrijheid geeft.

Ontwikkeling

Aan de totstandkoming van de externe enkelband is veel onderzoek vooraf gegaan. Op de snijtaal van het Erasmus Medisch Centrum werden de bewegingen van het enkelgewricht in detail geanalyseerd. Men constateerde dat de afstand in de richting tussen de twee markers die te zien zijn in figuur 3 het meeste toeneemt bij (dreiging van) een inversietrauma. Het product in wording zou er dus voor moeten zorgen dat deze toename (bij een risicovolle beweging) wordt beperkt en daarmee het risico op een blessure verminderd. Dit naar analogie van het ligamentum TFa.

Vervolgens zijn vele tests uitgevoerd met tientallen prototypes om het basisprincipe van het externe ligament uit te werken tot een maakbaar product. Sporters en hun medisch begeleiders waren continu bij dit proces betrokken. Aan de hand van hun feedback werd het productgebruik doorlopend geëvalueerd en is het ontwerp van de externe enkelband steeds verder verfijnt.

De uitontwikkelde externe enkelband is gepatenteerd als een 'exo-ligament', gespannen aan de laterale zijde van de enkel, die gebruik maakt van een spe-



Figuur 2. Overzicht van de mate van bewegingsvrijheid (y-as) en de mate van bescherming en stabiliteit (x-as) voor verschillende soorten enkelbraces.



Figuur 3. Bij een (dreigend) inversietrauma neemt de afstand tussen de beide markers het sterkst toe.

ciale bevestiging op de zijkant van de schoen.⁷ De band wordt dus niet in de schoen gedragen (zie figuur 4). Bij een inversiebeweging wordt de band aangetrokken, waardoor de beweging op een natuurlijke manier wordt geremd en een te grote spanning op het lig. TFa wordt voorkomen.

Product op maat

Tijdens de ontwikkeling is in het bijzonder aandacht besteed aan de juiste maatvoering. Het gebruik van een aantal standaard maten (S/M/L/XL) of van thermoplastische materialen die het mogelijk maken de pasvorm enigszins te veranderen is vergeleken met het volledig op maat maken van het product. Zelfs bij gebruik van bijvoorbeeld twintig standaardmaten bleek dat het product al gauw te 'grof' wordt bevonden en de sportiviteit verloren gaat. Mede daarom is gekozen voor het individueel aanmeten van de externe enkelband. Productdetails en -processen zijn vervolgens tot in detail gedocumenteerd, zodat de EXO-L als een medisch product kan worden geclassificeerd.

Gebruiksonderzoek

In een laatste (gebruiks)onderzoek werd nagegaan hoe het gevoel van stabiliteit en vrijheid van de externe enkelband in de praktijk wordt ervaren. Vierenveertig testpersonen hebben gedurende een periode van drie maanden met de externe enkelband gesport. De verschillende sporten

die ze beoefenden waren basketbal, handbal, voetbal, zaalvoetbal, tennis, volleybal, atletiek, squash, hardlopen en floorball. Alle deelnemende sporters hadden eerder een inversietrauma opgelopen. Ze hebben het gebruik van de band geëvalueerd door het invullen van een vragenlijst met een 4-punts Likertschaal.

Stabiliteit

Van de respondenten gaf 93% aan dat de externe enkelband een stabiel gevoel geeft tijdens het sporten en 98% dat hij voldoende vertrouwen geeft om een inversietrauma te voorkomen. Geen van de sporters heeft gedurende het onderzoek opnieuw een inversietrauma opgelopen. Eén testpersoon vertelde tijdens de gebruikperiode een verzwikbeweging te hebben gemaakt waarbij zijn enkel een stukje zwikte, maar het doorzwikken werd

opgevangen. Nu kon hij verder trainen en was de enkel slechts licht gevoelig.

Bewegingsvrijheid

Op de vraag of zij hun enkel volledig vrij konden bewegen gaf 84% van de testpersonen aan het hiermee eens te zijn. Zij ervoeren geen beperkingen tijdens het sporten. 90% gaf aan dit gevoel van bewegingsvrijheid prettig te vinden, de overige 10% gaf aan liever het gevoel van continue steun te hebben.

Gebruiksgemak

87% van de testpersonen gaf aan de externe enkelband comfortabel te vinden bij langdurig gebruik. 19% had tijdens de eerste paar keer gebruik last van drukplekken, voor het grootste deel rond de laterale malleolus. 94% van de testpersonen vond het prettig dat de externe enkelband buiten de schoen wordt gedragen.

Algemene beoordeling

De externe enkelband is door de testpersonen beoordeeld met een 8,1 (schaal 1-10). Ruim 90% heeft de band na het testen aangeschaft en wil deze blijven gebruiken. Tevens zegt 95% van de testpersonen de band te zullen aanbevelen bij anderen.

Toepassing in de praktijk

Geen enkel is anatomisch gelijk. Door



Figuur 4. De externe enkelband is via een speciale bevestiging verbonden met de schoen.

middel van 3D-scannen en 3D-printen wordt de externe enkelband voor iedere gebruiker op maat gemaakt, zodat het product een perfecte passing heeft. Dit kan worden gedaan vanaf het moment (in de post-acute fase) dat de hoeveelheid vocht in de enkel is genormaliseerd. De band wordt verbonden met een speciaal onderdeel op de schoen. Bijna alle sportschoenen kunnen hiervoor worden aangepast, dit gebeurt binnen één dag. De productie van de externe enkelband duurt momenteel ongeveer tien werkdagen. Het verzamelen van data voor het 3D-printen wordt verzorgd door de bedenkers van de externe enkelband. Zie voor meer informatie www.exo-l.com/3D-scan. De externe enkelband wordt op een andere wijze gebruikt dan braces, waardoor bij de inversiebeweging druk wordt uitgeoefend op de malleoli. Bij beginnend gebruik kan dit als onprettig worden ervaren. Tijdens de gebruiksonderzoeken kon men door verbeterde instructies en controle voorkomen dat er bij de testpersonen opnieuw drukplekken ontstonden, of dat deze verergerden. De positionering en de instelling van de band hebben invloed op de vrijheid en stabiliteit die worden ervaren en zijn daarom erg belangrijk. Naast het duidelijk communiceren van gebruiksinstructies voor de EXO-L is het van belang dat (para)medici en anderen die de band aanmeten hierover kunnen adviseren wanneer de sporter onder behandeling is. Een aantal testpersonen rapporteerde te moeten wennen aan de bewegingsvrijheid. Bij sommige sporters kan de band in de beginperiode dus blijkbaar een 'kaal' gevoel geven ten opzichte van braces of tape.

Aanbevelingen

Het is wenselijk de ervaringen van een grote groep sporters en (para)medici op de langere termijn te gaan volgen. Sportspecifieke training van stabiliteit

en coördinatie zijn enorm belangrijk voor het voorkomen van een (recidief) inversietrauma. Het gebruik van een extern preventiemiddel is hier een aanvulling op. Het is de verwachting dat gebruikers van de band hun enkelstabiliteit en sportspecifieke vaardigheden zullen kunnen vergroten omdat ze door de vrijheid die hen wordt geboden normale sportbewegingen kunnen maken. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of dit daadwerkelijk zo is. De externe enkelband is vooral ontwikkeld voor sporters, maar er is tevens interesse van (para)medici om het product toe te passen bij andere doelgroepen, bijvoorbeeld als er na een CVA sprake is van instabiliteit van de enkel. In de toekomst zal verder onderzoek gedaan gaan worden naar toepassing bij andere aandoeningen en doelgroepen.

Conclusie

Met behulp van continue feedback van testgebruikers is de externe enkelband steeds verder geëvalueerd. Het ontwikkelingstraject laat zien hoe een frisse kijk op een al lang bestaand probleem kan leiden tot radicale productinnovatie. Door het toepassen van vernieuwende technieken en het creatief benaderen van de doelgroep is de EXO-L tevens een actueel voorbeeld van het *custom-made* maken van een product.

Literatuur

1. <http://www.veiligheid.nl/cijfers/enkelblessures-door-sport>. Geraadpleegd op: 19 november 2013.
2. Belo J et al. (2012). NHG-Standaard Enkelbandletsel (tweede herziening). Utrecht: Nederlands Huisartsen Genootschap (NHG). Beschikbaar via: <https://www.nhg.org/standaarden/volledig/nhg-standaard-enkelbandletsel-tweede-herziening>. Geraadpleegd op: 10 juli 2013.
3. Riezebos C & Lagerberg A (1998). Inversietrauma van de enkel. Ontstaansmechanismen, risicofactoren en preventie. Versus – Tijdschrift voor Fysiotherapie, 16 (1), 16-47.

4. Fong DT et al. (2009). Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology, 1, 14.

5. Wees Ph J van der et al. (2006). KNGF richtlijn enkelletsel. Verantwoording en toelichting, pp.17-18. Houten: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF).

6. Eils E et al. (2002). Comprehensive testing of 10 different ankle braces - Evaluation of passive and rapidly induced stability in subjects with chronic ankle instability. Clinical Biomechanics, 17 (7), 526-535.

7. Fleuren M (2011). A new means of ankle sprain prevention. Academisch proefschrift TU Delft.

Over de auteurs

Marcel Fleuren is de uitvinder van de externe enkelband.
 Johan Molenbroek is ergonomie expert bij de TU Delft.
 Gert-Jan Kleinrensink is professor in de anatomie aan het Erasmus MC.
 Sarah Verschoor is fysiotherapeut.
 Dick Zaanen is sportfysiotherapeut NVFS.