

Laborstudie: Nachweis von antisupinatorischen Effekten von Orthesen innerhalb des Verletzungsmechanismus

DOMINIC GEHRING¹ | MAREIKE MÜNCH¹ | ALBERT GOLLHOFER¹

Wie können für das rezidivanfällige instabile Sprunggelenk erfolgreiche Präventionsmaßnahmen gegen Folgeverletzungen entwickelt werden? Unter anderem durch Erkenntnisse darüber, wie eine funktionelle Stabilisierung erreicht werden kann. Um die Wirkweise von Orthesen besser zu verstehen, wurden deshalb in einer experimentellen Laborstudie am Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg zwei neue Orthesen untersucht. In einem dynamischen Verletzungsszenario wurde der Einfluss von lateral stabilisierenden Orthesen auf die Sprunggelenkskontrolle während einer provozierten Supinationsbewegung überprüft. Im Ergebnis zeigte sich, dass Orthesen die Inversion und Innenrotation des Fußes einschränken können und diese Schutzfunktion von den Probanden auch wahrgenommen wird.

Die häufigste Verletzungsart im Sport sind Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk mit 25 bis 40 Prozent aller Traumata (Hølmer et al., 1994). Davon sind 85 Prozent Supinationstraumata (Leumann et al., 2009), bei denen vor allem der laterale Bandapparat und insbesondere das vordere Außenband (Ligamentum talofibulare anterius) betroffen sind (Swenson et al., 2013). Je nach Schweregrad kann eine Dehnung oder teilweise vollständige Ruptur vorliegen. Das Supinationstrauma (auch Inversionstrauma) tritt hierbei zwar am häufigsten beim Sport auf, ist aber auch unter Alltagsbedingungen eine der häufigsten Gelenkverletzungen. Nachdem die akuten Symptome relativ schnell abklingen, treten bei schätzungsweise rund einem Drittel der Betroffenen längerfristige Folgen auf (Konradsen et al., 2002). Dieses oftmals als „chronische Sprunggelenkinstabilität“ bezeichnete Syndrom umfasst langfristige Beschwerden und Funktionseinschränkungen.

Typisch ist oftmals ein subjektives Gefühl der Instabilität sowie wiederholte Situationen, in denen das Gelenk nachgibt (engl. „giving way“). Zudem steigt nach der ersten Distorsion das Wiederverletzungsrisiko an, sodass es zu einer hohen Rezidivrate kommt (Hertel, 2002). Ziel von rehabilitativen und sekundärpräventiven Maßnahmen ist es folglich, eine schnelle Genesung der Betroffenen zu erreichen, eine Chronifizierung zu vermeiden und das hohe Rezidivrisiko zu senken.

Stabilisierende Effekte von Orthesen Neben gezielten sensomotorischen Trainingsmaßnahmen können vor allem sogenannte semi-rigide Orthesen, die sich durch eine Kombination aus stabilen Strukturelementen sowie verbindenden Zügen auszeichnen, eine Sportfähigkeit mit reduziertem Wiederverletzungsrisiko des lateralen Kapselbandapparates erzielen. Im Mittel kann durch das Tragen derartiger Sprunggelenkorthesen

von einer Reduktion der Inzidenzen um etwa 50 – 70 Prozent ausgegangen werden (Dizon et al., 2010; Verhagen et al., 2010). Zudem konnte für diesen Orthesentyp auch eine Stabilisierung des Sprunggelenks unter verletzungsrelevanten Bedingungen biomechanisch nachgewiesen und somit deren Wirkweise begründet werden (Eils et al. 2002, Gehring et al. 2014). Hierbei ist es besonders wichtig, dass Orthesen die mit dem Supinationstrauma zusammenhängende überhöhte Sprunggelenkinversion bei einer gleichzeitigen starken Innenrotation (Fong et al., 2009; Kristianslund et al., 2011) reduzieren.

¹ Institut für Sport und Sportwissenschaft, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Studie: Dynamische Messung in einer verletzungsnahe Situation

Insbesondere bei der Neu- oder Weiterentwicklung von Orthesen ist es somit von Interesse die Wirkweise von Orthesen empirisch zu untersuchen und festzustellen, ob sie das Sprunggelenk im entscheidenden Moment der (Wieder) Verletzung stabilisieren können. Daher war das Ziel in einer von der Bauerfeind AG unterstützten Studie, den Einfluss von Orthesen – insbesondere der zwei neuentwickelten Orthesen MalleoLoc L und MalleoLoc L3 – in einem dynamischen Verletzungsszenario zu überprüfen. Hierzu wurde beim Stehen und beim Gehen eine Supinationsbewegung provoziert, um daraufhin die Sprunggelenkskontrolle zu untersuchen. Es sollte überprüft werden, inwieweit das Sprunggelenk bei Personen mit einer chronischen Instabilität mit Hilfe von Orthesen stabilisiert werden kann. Im Folgenden wird die Studie auszugsweise für die beiden neu entwickelten Orthesen MalleoLoc L und MalleoLoc L3 dargestellt.

Die Testorthesen

Die semi-rigiden Orthesen, welche zur Kategorie der nachgewiesenermaßen effektiven Orthesen gehören, werden im (sportlichen) Alltag aufgrund ihrer Festigkeit und ihrer Inkompatibilität

mit verschiedenen Schuhen oftmals kaum toleriert und nur bei sehr schwerwiegenden Problematiken oder direkt nach akuten Traumata verwendet. Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Sprunggelenkorthesen MalleoLoc L und MalleoLoc L3 der Firma Bauerfeind sind sehr flach gearbeitet – mit festen Elementen ausschließlich an der lateralen Seite. Ihre anatomisch geformte L-Schale liegt am Unterschenkel an und verläuft vor dem Außenknöchel und reicht bis über den Talus hinweg. Ziel des Herstellers war es, Orthesen zu konstruieren, welche sowohl in Sport- als auch in Alltagsschuhen getragen werden können. Bei MalleoLoc L wird das stabile, lateral anliegende Strukturelement mit Klettgurten um das Sprunggelenk herum fixiert. MalleoLoc L3 verfügt über eine zusätzliche Kompressionsbandage, die unter der L-Schale und den Gurten am Fuß anliegt und auf neuromuskulärer Ebene zusätzliche Stabilität bieten soll. Optional, jedoch nicht in der Studie getestet, soll MalleoLoc L3 therapiebegleitend eingesetzt werden können, da sich Orthese und Bandage auch einzeln tragen lassen.

Das Testverfahren und die Studienteilnehmer

Zur Untersuchung der funktionellen Gelenkstabilisierung wurde auf einen



1 Die neuentwickelten Orthesen MalleoLoc L (links) und MalleoLoc L3 (rechts) von Bauerfeind besitzen eine flache nur lateral am Sprunggelenk anliegende Schiene.

Damit es wieder rund läuft

Push ortho Fußheberorthese AFO

HMV-Nr. 23.03.02.6019

push®

Die innovative orthopädische Versorgung

Effektive Unterstützung und maximale Bewegungsfreiheit bei Fußheberschwäche.



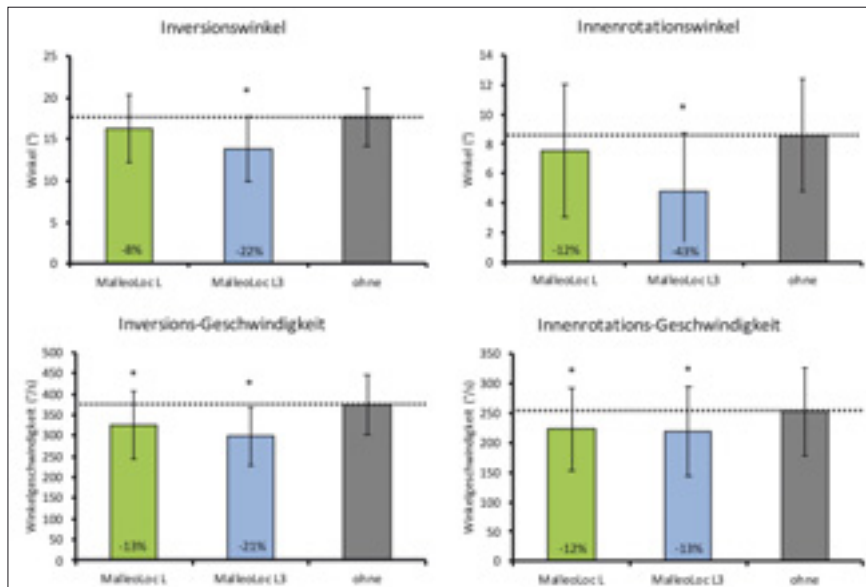
Sehen Sie, wie die Push AFO das Gangbild sichtbar verbessert: www.ofa.de/push-af0





Foto: Patrick Seeger/Bauerfeind life 1-2018

2 Die Kipp-Platte provoziert eine Supinationsbewegung des Sprunggelenks, welche mittels 3D-Bewegungsanalyse mit Spezialkameras quantifiziert werden kann.



3 Auswirkungen der Orthesen auf die Gelenkwinkel und deren Geschwindigkeiten beim imitierten Verletzungsmechanismus im Gehen. Signifikante Unterschiede zur Situation ohne Orthese sind mit * gekennzeichnet.

bereits publizierten Laufsteg mit einer speziell konstruierten „Umknick-Plattform“ zurückgegriffen (Gehring et al. 2014). Mit Hilfe einer steuerbaren Kipp-Platte wird hierbei eine schnell eingeleitete Sprunggelenk-Supination simuliert und zwar so, dass es einer realistischen Verletzungssituation entspricht. Sowohl beim Stehen als auch beim Gehen auf der Plattform kann diese für die Probanden unerwartet und abrupt um 24° Inversion und 15° Plantarflexion abklappen. Mit auf der Haut

angebrachten Marker und mehreren Kameras wurde eine 3D-Bewegungsanalyse (Vicon MX) jedes Probanden in allen Testsituationen erstellt. Durch die komplexe Analyse konnten die dreidimensionalen Winkelveränderungen des Sprunggelenkkomplexes ermittelt werden und es war möglich, die induzierte Inversion des Sprunggelenks zu quantifizieren. In Ergänzung zu diesen objektiven Messparametern wurde auch das subjektive Stabilitätsgefühl untersucht. Mittels visueller Analogskalen

zu Stabilität, Funktion und Schmerz schätzten die Probanden die Stabilität ihrer Sprunggelenke ein – mit und ohne Orthesen beim Gehen sowie während eines Agilitätstests mit geforderten Richtungswechseln. Die subjektive Einschätzung der Sprunggelenkstabilität war vor allem deshalb wichtig, da es sich bei den Studienteilnehmern um Personen mit langfristigen Problemen nach einem Supinationstrauma handelte. Insgesamt nahmen 20 Probanden im Alter von 19 bis 25 Jahren, davon 13 Frauen und sieben Männer, an der Messung teil. Sie mussten eine unilaterale, chronische Sprunggelenkinstabilität vorweisen, welche mit einem standardisierten Fragebogen, dem sogenannten Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT-Score ≤ 25) verifiziert wurde. Ebenfalls mussten die Teilnehmer rezidivierende Sprunggelenktraumata erlitten haben.

Studienergebnisse und Diskussion

Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass unter funktionell-dynamischen Bedingungen eine Stabilisierung des Sprunggelenks mittels Orthesen möglich ist. In unterschiedlichem Maße reduzierten die beiden neuentwickelten Orthesen MalleoLoc L und die MalleoLoc L3 sowohl die maximalen Gelenkauslenkungen als auch deren Geschwindigkeit bezüglich der für die Verletzung relevanten Sprunggelenkinversion und -innenrotation.

Mit MalleoLoc L3 konnte die deutlichste Stabilisierung des Sprunggelenks beobachtet werden, was vermeintlich auf die Kombination aus Schale, Gurt und Kompressionsbandage zurückzuführen ist. So zeigte MalleoLoc L3 beispielsweise beim Gehen über die Kipp-Platte einen um 22 Prozent signifikant verringerten maximalen Inversionswinkel und eine um 21 Prozent verringerte Inversionsgeschwindigkeit im Vergleich zur Kontrollsituation ohne Orthese. MalleoLoc L hatte keinen signifikanten Einfluss auf den maximalen Inversionswinkel, verringerte aber ebenfalls die Inversionsgeschwindigkeit signifikant um 13 Prozent. Auch bezüglich der Innenro-

tation, der zweiten wichtigen Teilkomponente des Verletzungsmechanismus, konnten Effekte beobachtet werden: Eine deutliche Reduktion des maximalen Innenrotationswinkels war bei MalleoLoc L3 (-43 %) vorhanden. Beide Orthesen reduzierten zudem die Geschwindigkeit der Innenrotation gleichermaßen um 12 – 13 Prozent.

Ähnliche Ergebnisse ließen sich auch bei der Imitation des Verletzungsmechanismus im Stehen beobachten: Die beiden Orthesen senkten die maximalen Inversionswinkel signifikant um 11 – 33 Prozent sowie die Innenrotationswinkel um 33 – 64 Prozent, wobei auch hier bei MalleoLoc L3 die deutlicheren Effekte zu beobachten waren. Wenngleich die Studie somit Hinweise zur Wirkung von semi-rigiden Orthesen liefert, so ist zu beachten, dass sich die Größe des Effekts bei Verletzungsszenarien mit deutlich extremen Gelenkrotationen nur schwer abschätzen lässt. Ebenfalls lässt sich der Wirkeffekt verschiedener Orthesentypen und -modelle nur im direkten Vergleich gegeneinander beurteilen.

Auch die Auswertung der subjektiven Eindrücke zeigt, dass die Probanden die beiden getesteten Orthesen als stabilisierend empfanden. Analog zu den objektiven Messdaten wurde MalleoLoc L3 beispielsweise beim Agilitätstest auf einer Skala von 0 – 10 mit einem mittleren Wert von 7,5 etwas stabilisierender bewertet als MalleoLoc L mit einem Wert von 6,9.

Fazit: Mittels biomechanischer Ansätze wie der hier vorgestellten Imitation eines Verletzungsmechanismus in Kombination mit einer 3D-Bewegungsanalyse ist es möglich, die Wirkweise von Orthesen zu überprüfen. Die beiden getesteten Orthesen stabilisieren das Sprunggelenk im Moment der Supination, indem sie das Ausmaß der Bewegung einschränken. Hierdurch lässt sich die protektive Wirkung von semi-rigiden Orthesen zum großen Teil erklären. Zu beachten sind jedoch auch typenspezi-

fische Unterschiede der Stabilisierung, welche beispielsweise eine Ausdifferenzierung im Einsatz in Therapie und Prävention ermöglichen. ■

Anschrift für die Verfasser:

PD Dr. Dominic Gehring
 Institut für Sport und Sportwissenschaft
 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Schwarzwaldstraße 175
 79117 Freiburg
 Mail: dominic.gehring@sport.uni-freiburg.de

Literaturverzeichnis

Dizon JMR, Reyes JJB. A systematic review on the effectiveness of external ankle supports in the prevention of inversion ankle sprains among elite and recreational players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2010; 13: 309–17

Eils E, Demming C, Kollmeier G, Thorwesten L, Völker K, Rosenbaum D. Comprehensive testing of 10 different ankle braces. Evaluation of passive and rapidly induced stability in subjects with chronic ankle instability. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* 2002; 17: 526–35

Fong DT-P, Hong Y, Shima Y, et al. Biomechanics of supination ankle sprain: a case report of an accidental injury event in the laboratory. *American Journal of Sports Medicine* 2009; 37: 822–7

Gehring D, Wissler S, Lohrer H, Nauck T, Gollhofer A. Expecting ankle tilts and wearing an ankle brace influence joint control in an imitated ankle sprain mechanism during walking. *Gait and Posture* 2014; 39: 894–898

Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *Journal of Athletic Training* 2002; 37(4): 364–375

Hølmer P, Søndergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jørgensen LN. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot & Ankle International* 1994 Feb; 15(2): 72–4

Konradsen L, Bech L, Ehrenbjerg M, Nickelsen T. Seven years follow-up after ankle inversion trauma. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2002; 12(3): 129–35

Kristianslund E, Bahr R, Krosshaug T. Kinematics and kinetics of an accidental lateral ankle sprain. *Journal of Biomechanics* 2011; 44: 2576–8

Leumann A, Frigg A, Valderrabano V (2009). Ligamentäre Instabilität am oberen Sprunggelenk. In: Fuß & Sprunggelenk und Sport. Valderrabano V, Engelhardt M, Küster H.-H. (Hrsg.), Deutscher Ärzteverlag, Köln

Swenson DM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of U.S. high school sports-related ligamentous ankle injuries, 2005/06-2010/11. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2013; 23(3): 190–6

Verhagen EA, Bay K. Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of the literature. *British Journal of Sports Medicine* 2010; 44: 1082–8

Newsletter
Orthopädie
 SCHUHECHNIK

Regelmäßig aktuell informiert aus der Orthopädie- und Schuhtechnik-Branche und Gesundheitspolitik.
 Jetzt kostenlos anmelden
www.OSTechnik.de

Umluftofen Gr. I



Witzel

Vacupress



- Thermostat bis 250°C, Timer 120 Minuten
- kompakte Bauweise
- passend zum VACUPRESS Unterschrank

www.vacupress.de