
Analyse der therapeutischen Effizienz und der präventiven Anwendung einer funktionell-dynamisch begründeten Einlagenversorgung im Leistungssport

F. Mayer, H. Baur

Universität Freiburg

Medizinische Klinik, Abteilung für Rehabilitative und Präventive Sportmedizin

1 Einleitung

Aus wissenschaftlicher Sicht ist derzeit nicht abschließend geklärt, welche therapeutischen und präventiven Maßnahmen im Leistungssport valide eine Reduktion von Beschwerden und Verletzungen des Stütz- und Bewegungsapparates und damit eine Vermeidung häufiger Trainings- oder Wettkampfausfälle bewirken (BALLAS 1997, FREDERICSON 1996). Interventionen im Sinne einer Einlagenversorgung zur Beeinflussung dynamischer Bewegungsabläufe werden in der Literatur als Möglichkeiten beschrieben, um therapeutische und präventive Verbesserungen zu erreichen (FREDRICSON 1996). Mit einer individuell an den Fuß angepassten Einlagenversorgung wird demzufolge versucht, dem individuellen Bewegungsmuster gerecht zu werden (NIGG 1999). Zudem werden individuell angepasste Einlagen bei verschiedenen Überlastungsbeschwerden im Leistungssport, wie Ansatzdünosen, Tendinitiden und Tendinosen, angewandt (KHAN 1999, NOVACHECK 1998). Prospektive Längsschnittstudien, die objektiv belegen, dass sowohl präventiv, als auch therapeutisch eine Einlagenindikation Wirksamkeit hervorruft, stehen derzeit allerdings noch aus. Oftmals verhindert dabei die statisch orientierte Einlagenverordnung eine optimale Versorgung, da dabei dem dynamischen Bewegungsablauf leistungssportlicher Aktivitäten zu wenig Beachtung geschenkt wird. Deshalb kommt einer funktionell dynamischen Optimierung der Einlagenversorgung sowohl aus präventiver wie aus therapeutischer Sicht besondere Bedeutung zu.

Ziel des vorliegenden Projektes ist zu untersuchen, inwieweit eine funktionell-dynamisch orientierte Einlagenversorgung sowohl therapeutisch als auch präventiv wirksam ist. Dazu wurden zu Beginn des Projektes zwei funktionell-biomechanische Voruntersuchungen durchgeführt, die der Frage nachgingen, ob und in welcher Form verschiedene funktionelle Einlagenelemente Effekte am neuromuskulären System (muskuläre Aktivierungsmuster) oder mechanisch (am Interface Fuß-Untergrund) hervorrufen. Gleichzeitig wurden diese Studien genutzt, um ein reliables und valides Messsetup zu entwickeln. Hauptteil des Projektes sind schließlich zwei prospektive Längsschnittstudien zur Klärung des präventiven und therapeutischen Effektes von funktionell-dynamisch optimierten Einlagen.

2 Methode

Funktionell-biomechanische Voruntersuchungen

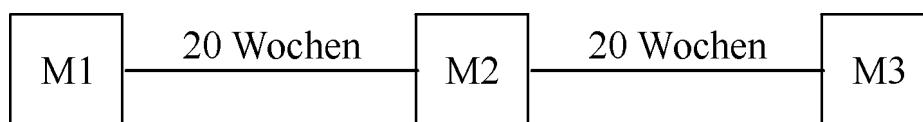
Zur Analyse einzelner Funktionselemente und ihrer spezifischen Funktionsweisen wurden 20 gesunde, trainierte Läufer (Umfang: 57 ± 17 km pro Woche) einem Laufbandtest bei 12 km/h unterzogen. Die Probanden liefen in randomisierter Folge barfuß, mit einem neutralen Referenzlaufschuh und mit neun unterschiedlichen Einlagen, die entweder einzeln oder aus Kombinationen der Funktionselemente Schale (SC), Längsgewölbestütze (LG), Cuboidstütze (CS) und Detorsionskeil (DK) konfiguriert waren. Aufgenommen wurde dabei die muskuläre Aktivität mittels Oberflächen-EMG und die plantare Druckverteilung im Schuh zur Erhebung der mechanischen Verhältnisse am Interface zwischen Fuß und Einlage. Das EMG wurde in der Zeitdomäne (On/Off-Muster, Gesamtdauer der Aktivierung, Zeitpunkt des Maximums der Aktivierung) und in der Amplitudendomäne in verschiedenen, nach WINTER (1991) publizierten Phasen des Gangzyklus (Voraktivierung, Weight-Acceptance, Push-Off) bestimmt. Für die Auswertung der plantaren Druckverteilung wurde eine Auswertemaske entwickelt, welche die Ausmaße der Funktionselemente abbildet und Druckveränderungen in diesen Bereichen separat analysieren kann. Zur Bestimmung der Reliabilität der Messsituation und der Messgrößen wurde im Test-Re-Test-Verfahren im Abstand von acht Tagen gemessen. Eine zweite Voruntersuchung mit demselben Studienprotokoll hatte zum Ziel, eine Einlage zu validieren, welche die in der ersten Voruntersuchung als relevant erkannten funktionalen Elemente enthält. Damit wurde eine Einlagenkonfiguration validiert, welche in den prospektiven Studien zum Einsatz kommen soll.

Präventionsstudie

In die Untersuchung über einer mögliche präventive Wirkung einer funktionell-dynamischen Einlagenversorgung wurden insgesamt 60 gesunde Läufer mit einer mindestens sechsmonatigen symptomfreien Trainingshistorie und einem Mindesttrainingsumfang von 32 km pro Woche eingeschlossen. Die Läufer wurden in eine Kontrollgruppe (KO) und eine Einlagengruppe (EL) randomisiert. Die Läufer der Einlagengruppe wurden auf der Basis ihres Barfußabrollvorgangs mit einer individuellen Einlage versorgt. Berücksichtigt wurden dabei zusätzlich die als Ergebnis der Voruntersuchungen als sinnvoll erachteten Elemente. Zu Beginn der Studie wurde ein biomechanischer Test (M1) durchgeführt. Dabei liefen die Probanden bei 12 km/h auf dem Laufband mit ihrem eigenen Schuh ohne Einlage, mit Einlage, barfuß und mit einem neutralen Referenzschuh. Gemessen wurde die plantare Druckverteilung und die EMG-Aktivität wie in der Voruntersuchung beschrieben. Diese Messung wurde im Studienverlauf zweimal (M2 nach 20 Wochen und M3 nach 40

Wochen) wiederholt. Zwischen den biomechanischen Messungen erfolgte eine Trainingsdokumentation über Art, Intensität und Häufigkeit des Lauftrainings sowie die Dokumentation möglicher Beschwerden.

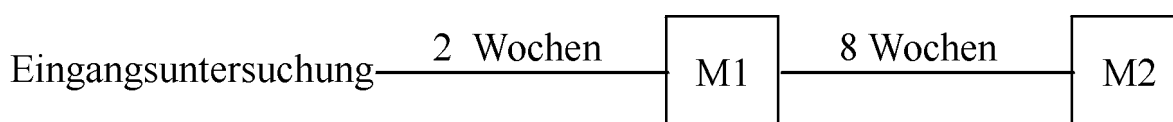
Study-Flow-Chart:



Therapiestudie

In die Therapiestudie wurden 55 Läufer mit lauftypischen Beschwerden der unteren Extremität eingeschlossen. Das Trainingsprofil entsprach dem der Präventionsstudie. Die Läufer wurden ebenfalls in eine Kontrollgruppe (KO) und eine einlagentragende Gruppe (EL) randomisiert. Die Läufer wurden bei einer Eingangsuntersuchung (EU) nach Abklärung der Beschwerdesymptomatik in die Studie eingeschlossen. An der EU wurde ein Trainings- und Schmerztagebuch ausgehändigt, das zwei Wochen lang zur Gewöhnung an die Fragebögen bearbeitet wurde. Daran anschließend folgte die erste biomechanische Eingangsmessung (M1) nach bereits beschriebenen Profil. Nach einer achtwöchigen Therapiephase folgte eine abschließende Re-Messung (M2). Während des Therapiezeitraumes wurde ebenfalls das Training dokumentiert.

Study-Flow-Chart:



3 Ergebnisse

Als Fazit der funktionell-biomechanischen Voruntersuchungen kann festgehalten werden, dass ein valides und reliables Mess-Setup entwickelt wurde. Die Laufbandsituation bei 12 km/h bildet für die prospektiven Teile einen biomechanischen Messplatz, mit dem Veränderungen oder Adaptationsprozesse der neuromuskulären Kontrolle mittels EMG und mechanischer Veränderungen am Interface Fuß-Schuh mittels plantarer Druckverteilungsmessung analysiert werden können. Dafür wurde eine Auswerterroutine mit selbstentwickelten Masken für die Druckverteilungsanalyse und eine kombinierte Betrachtung von EMG und plantaren Druckverteilungsmustern mit Korrelationsberechnungen entwickelt.

Bezüglich der Voruntersuchung zur Analyse des Effektes funktionaler Elemente der Einlagenversorgung kann festgestellt werden, dass vor allem eine Längsgewölbstütze einen Effekt an der plantaren Druckverteilung hervorruft. Dies geschieht grundsätzlich, unabhängig davon, ob die Stütze einzeln oder in Kombination mit anderen Elementen in der Einlage verbaut wird. Durch Korrelationsberechnungen mit EMG-Daten konnte zudem gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen der Aktivität des *M. peroneus* und dem maximalen Druck im Längsgewölbereich besteht. Je höher der Druck unter dem medialen Längsgewölbe, desto höher ist die Aktivierung des *M. peroneus* in der Phase der Belastungsaufnahme (Weight Acceptance). Die Aktivität ist also genau dann höher, wenn der Fuß direkt über dem Funktionselement belastet wird. Andere Elemente, wie die Cuboidstütze, zeigen nur isoliert eine Veränderung der Druckverteilung. In Kombination mit einer Längsgewölbstütze reduziert sich der Effekt an der Druckverteilung, da die Effekte der Längsgewölbstütze überwiegen. Ein Detorsionskeil kann im Gruppenvergleich keine statistisch signifikanten Veränderungen am EMG oder an der plantaren Druckverteilung hervorrufen. Im Einzelfall ist dies jedoch differenzierter zu betrachten. Die Aufgabe einer Schalenform im Rückfuß ist darin zu sehen, dass der Fuß und speziell die Ferse zusammen mit der Schnürung des Schuhs im Rückfuß gehalten werden kann. Dies garantiert, dass der Fuß direkt über der Einlage gehalten wird.

4 Diskussion

Auf der Basis der o.a. Ergebnisse werden derzeit prospektiven Studien zur präventiven und therapeutischen Wirksamkeit und Effektivität einer Einlagenversorgung bei Männern durchgeführt. Dazu wurden differenzierte Case-Report-Forms für die beiden Studienteile entwickelt. Zusätzlich entstanden Trainings- und Therapietagebücher zur Dokumentation der Trainingshistorie während des Therapie- oder Trainingszeitraumes, um eine lückenlose Dokumentation der Symptomatik im Studienverlauf zu gewährleisten. Erste Hinweise der noch nicht abgeschlossenen Auswertung deuten auf einen prinzipiell therapeutischen Nutzen der Einlagen hin. Bei den Patienten mit lauftypischen Beschwerden konnte eine Reduktion der Schmerzsymptomatik erzielt werden. Dagegen scheint eine präventive Einlagenversorgung nur wenig Einfluss auf die Verhinderung von Beschwerden auszuüben. In Einzelfällen kamen gesunde Läufer mit einer präventiv verordneten Einlage weniger gut zurecht als ohne. Dies deutet als erstes Vorergebnis darauf hin, dass der präventive Nutzen einer Einlagenversorgung eher zurückhaltend betrachtet werden muss. Eine abschließende Beurteilung kann allerdings erst nach Vorlage aller Daten und abschließender Analyse erfolgen.

5 Literatur

BALLAS, M.; TYTKO, J.; COOKSON, D.: Common overuse running injuries. *Am. Fam. Physician* 55 (1997), 2473-2484.

FREDERICSON, M.: Common injuries in runners. Diagnosis, rehabilitation and prevention. *Sports Med.* 21 (1996), 49-72.

NIGG, B.; NURSE, M.; STEFANYSHYN, D.: Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31 (1999), 421-428.

NOVACHEK, T.: Running injuries: a biomechanical approach, *J. Bone and Joint Surg.* 80 (1998), 1220-1233.

KHAN, K.; COOK, J.; BONAR, F.; HARCOURT, P.; ASTROM, M.: Histopathology of common tendinopathies. *Sports Med.* 27 (1999), 393-408.

WINTER, D.: *The biomechanics and motor control of human gait.* Waterloo 1991.

