



Spiraldynamik – auch als Bandage erfolgreich?

Eine kinematische Untersuchung der BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage

Einleitung

Christian Larsen und Yolande Deswarte haben das Konzept der Spiraldynamik entwickelt. Durch intensive Beobachtung der Natur fand Larsen heraus, dass die geometrische Figur der Spirale nahezu überall gegenwärtig ist. Von den größten Spiralen im Universum, den Galaxien, die sich in Spiralform (Spiralnebel) darstellen, lässt sich die Spiralstruktur bis herunter in die molekulare Ebene, sogar bis zum Träger der Erbinformation, verfolgen. Auch in der Makroanatomie des menschlichen Körpers findet sich die Helix als zentrales Strukturelement. Als Beispiele erwähnt seien die 3-D-Bandschraube im Hüftgelenk, die Kreuzbänder im Kniegelenk oder die 3-D-Architektur des Fußlängsgewölbes. Die Spirale bietet zwei wesentliche Vorteile: Sie besitzt eine hohe Stabilität und ist äußerst platzsparend.

Die anatomische Menschwerdung begann vor zirka vier Millionen Jahren und begann nachweislich mit der Umstrukturierung des Fußskeletts. Letztere ermöglichte den aufrechten Gang. Die Verschraubung im Fuß verläuft zwischen dem senkrecht stehenden Fersenbein und dem waagrecht dem Boden aufliegenden Vorfuß. Diese 90° betragende spiralige Verschraubung sorgt unter Belastung für eine Verkeilung der Ossa cuneiformia (Keil-

beine) zur dynamischen Stabilisierung des Fußgewölbes.

Bezogen auf den Fuß bedeutet dies: Der Rückfuß ist gegen den Vorfuß spiralig verdreht, wobei sich das Fersenbein in Richtung Supination (Antipronation Rückfuß) und der Vorfuß sich in Richtung Pronation dreht. Dadurch kommt der Rückfuß in eine orthograde Stellung ohne Pronationstendenz und am Vorfuß wird das Großzehengrundgelenk bodenwärts gedrückt. Hierdurch wird die Gewölbekonstruktion unterstützt und die Keilbeine können sich unter Belastung verkeilen. Auf der Basis dieses Konzepts hat die Firma Bort die „Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage“ (► Abb. 1) entwickelt, bei der die Prinzipien der Spiraldynamik durch eine entsprechend wirkende Zügelkonstruktion umgesetzt werden.

Bisher ist diese Bandage bezüglich ihres Wirkmechanismus im Zuge der Anmeldung im Hilfsmittelverzeichnis der gesetzlichen Krankenkassen bereits durch entsprechende Anwendungsbeobachtungen evaluiert worden.

Zur Beurteilung der Situation des Fußes bei angelegter Bandage führten wir Untersuchungen mit einem speziellen MRT durch, mit dem die Untersuchung des Fußes im Stehen möglich ist. Es wurde

bei einem Probanden der Fuß im Stehen einmal Barfuß und einmal mit der BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage im MRT dargestellt. Die Aufnahmen zeigten einen deutlichen Korrektoreffekt der Bandage auf die Rückfußachse und auf das mediale Längsgewölbe, siehe ► Abbildungen 2 und 3.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die vorliegende Untersuchung konzipiert, bei der mit Hilfe eines Bewegungsanalysesystems die Wirkung der Bandage auf den Fuß kinematisch untersucht und gezeigt werden sollte, inwieweit die Bandage das Konzept der Spiraldynamik umsetzt.

Material und Methoden

Es wurden zehn Probanden/innen beiderlei Geschlechts (fünf Männer, fünf Frauen im Alter von 18 bis 23, im Mittel 20,8, in die Studie eingeschlossen, die zum Zeitpunkt der Untersuchung und auch in der Vorgeschichte nicht über Fußbeschwerden geklagt haben und bisher nicht mit Einlagen versorgt worden sind. Als Ausschlusskriterien galten eine periphere Polyneuropathie, eine pAVK an den unteren Extremitäten, behandlungsbedürftige Fuß- und Zehendeformitäten sowie Operationen an den Füßen in der Vorgeschichte. Die Untersuchung der Probanden erfolgte unter drei unterschiedlichen Bedingungen:

- Die erste Situation stellt sich die ohne jegliche Korrektur dar, und wird nachfolgend mit „barfuß“ bezeichnet. Hierbei trägt der Proband nur eine schwarze Socke zur Platzierung der Marker.
- In der zweiten Situation wird die komprimierende Bandage am Fuß getragen, die korrigierenden Zügel jedoch nicht angelegt. Diese Situation wird nachfolgend „ohne Fixierung“ genannt.
- Die dritte Situation ist die bei der die Bandage getragen wird und die korrigierenden Zügel angelegt werden. Diese Situation wird nachfolgend „mit Fixierung“ genannt.

Die Untersuchung und Auswertung der Ganganalyseparameter erfolgte mit dem Mikromak Analyse-System.

Zum Bewegungsanalysesystem

Systeme zur Bewegungsanalyse arbeiten mit Videobildern, die entweder von einer Standardkamera und einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommen werden. Die Bewegungssequenzen werden digitalisiert und im PC gespeichert. Danach kann offline die Auswertung anhand von Bildverarbeitungsverfahren erfolgen. Meistens werden vor der Aufnahme Marker angebracht. Die Bewegungen werden mit der Auswertesoftware berechnet. Hierbei werden kinematische Parameter wie s/t-Verlauf, v (Geschwindigkeit) und a (Beschleunigung) bestimmt.

Das Bewegungsanalysesystem WIN-Analyse der Firma Mikromak ist eine Software zur automatischen Bewegungsanalyse von Videoaufnahmen. Es ermöglicht die automatische Objektverfolgung in digitalen Bildsequenzen. Das System ermöglicht die Analyse der Objektbewegungen und anschließende Abbildung der Ergebnisse in verschiedenen grafischen Darstellungen. Bei WIN-Analyse handelt es sich um ein automatisches Bewegungsanalyse-System bei dem die Möglichkeit des Tracking mit oder ohne

Marker besteht. Als Objekterkennungsmethode verwendet WIN-Analyse die Template Matching Methode. Mit WIN-Analyse können die Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkel, Körperschwerpunkte und Körpermodelle berechnet und analysiert werden. Es gibt die Möglichkeit zur automatischen 2-D- oder 3-D-Bewegungsanalyse.

Zur Kamera

Für die Fragestellung in der vorliegenden Versuchsanordnung war die Verwendung einer Hochgeschwindigkeitskamera erforderlich. Als Kamera haben wir die Genie HM640 der Firma DALSA verwendet. Für den Versuch wurde eine Bildaufnahmefrequenz von 100 frames/s, Graustufen in VGA-Auflösung (640*480) verwendet. Die Kamera wurde mit einem Zoomobjektiv fest installiert, um den gesamten Messbereich zu erfassen. Bei diesen technischen Voraussetzungen ist es möglich auch bei einem hohen Bewegungstempo scharfe und auswertbare Bilder zu gewinnen.

Zum Hilfsmittel

Die BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage ist eine im Flachstrickverfahren hergestellte, geschlossene Sprunggelenkbandage aus zweizug-elastischem Gestrück und einem zusätzlichen Doppel-Zügel aus teilelastischem Veloursstoff. Das Strickteil reicht zirkulär von der Fessel bis zu den Zehengrundgelenken und umschließt den Rückfuß und Mittelfuß zirkulär. Das Hilfsmittel ist seitenspezifisch konstruiert. Auf der Innenseite der Bandage sind zwei Pelotten aus Silikon mit Stoff-Bezug eingenäht. Diese Druckpolster liegen seitlich posterior und distal der Malleolen-Spitzen. Durch diese Pelotten wird der durch die Bandage erzeugte Druck flächig auf den gesamten Sprunggelenk-Bereich verteilt.

Wesentliches Funktionselement ist ein Doppeszügel der sich in einen tibialen und einen fibularen Zügel



Abb. 1: Die BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage

gliedert und das untere Sprunggelenk unterfängt. Die beiden Zügelteile werden um den Rückfuß bzw. um die Fußwurzel geführt. Ein Anteil des Doppelszügels läuft vom Achillessehnen-Ansatz über den lateralen Rückfußbereich nach plantar und wird auf eine hierfür angenähte Velours-Fläche im Bereich des Großzehen-Grundgelenks aufgeklebt. Der andere Anteil umschließt das Sprunggelenk und den Mittelfuß, indem er über



Abb. 2: Proband 1 ohne Bandage



Abb. 3: Proband 1 mit angelegter Bandage und Zügelung

den Fuß-Außenrand im Bereich von Basis Metatarsus V über die Fußsohle geführt wird und dann im Fußwurzelbereich dorsal auf sich selbst mit der Klettspitze befestigt wird. Die Zügel werden mit den angenähten Klett-Hakenflächen verschlossen, wodurch eine stufenlose Regulierung der Spannung möglich ist. Die beschriebenen Zügelanteile unterstützen die Inversion des Fersenbeines und die gegenläufige Pronation des Kahnbeines. Beide Wirkungen zielen auf die funktionelle Belastungsoptimierung des unteren Sprunggelenks und auf die Wiederherstellung einer physiologisch-korrekten Abrollbewegung ab. Unterstützt werden jene Bewegungen, welche in der Phase des Abdrucks vom Boden (Push-off) stattfinden. Dabei richten sich Fersenbein und Fußgewölbe auf.

Im Bereich der knöchern prominenten Strukturen (Malleoli und Basen der Metatarsalia I und V) sind in die Zügel Längsschnitte eingebracht, die ein leichtes Auffächern der Zügel ermöglichen. Dadurch wird ein punktueller Druck auf die knöchern-prominenten Strukturen vermieden und der Verlauf der Bänder optimiert.

Ergebnisse

1. Ganganalyse

Dorsale Perspektive

Zuerst erfolgte die Auswertung der Aufnahmen aus der dorsalen Ansicht. Aus dieser Perspektive kann die Stellung des Rückfußes bzw. des Fersenbeines beurteilt werden.

Die Aufnahmen aus der dorsalen Ansicht erfolgten unter den drei vorgenannten Bedingungen in den verschiedenen Formen der Belastung. Die Marker wurden in Entlastung des Fußes geklebt und die individuell physiologische Rückfußachse dargestellt die zur Auswertung rechnerisch mit 180° definiert wurde. Gemessen wurde der nach lateral offene Winkel, der beim Aufsetzen des Fußes mit Valgisierung der Rückfußstellung klei-

ner wird. Zur Auswertung wurde der in Vollbelastung gemessenen Winkel von 180° subtrahiert. Hierdurch ergaben sich ein positiver Wert bei Zunahme des Rückfußvalgus und ein negativer Wert bei einer Bewegung in Varusrichtung. Als erstes wurde der Rückfußwinkel unter Entlastung (Moment unmittelbar vor Beginn des initialen Bodenkontaktes) und unter Vollbelastung (mittlere Standphase) bestimmt. Der Vergleich der Ganganalysedaten der Probanden unter den Bedingungen „barfuß“ und „mit Fixierung“ zeigte sich „mit Fixierung“ in neun Fällen ein Korrektoreffekt, d.h. das Wegknicken des Rückfußes in Valgusrichtung war „mit Fixierung“ geringer ausgeprägt als „barfuß“. Bei drei dieser neun Probanden war der Effekt jedoch nur gering ausgeprägt (Schwellenwert 1,0). In einem Fall war das Wegknicken des Rückfußes in Valgusrichtung „mit Fixierung“ größer als „barfuß“. Die Auswertung der Einzelwerte für diesen Probanden zeigte, dass der Fuß stark supiniert (also mit Rückfußvarus) aufgesetzt wurde. Dies ist „mit Fixierung“ nicht möglich. Die Bandage erreicht offensichtlich auch hier einen Korrektoreffekt, der in diesem Fall in Richtung einer physiologischen Rückfußstellung aus einer Varusposition heraus wirkt. Zusammenfassend wird durch die Bandage eine Optimierung der Rückfußstellung erreicht. Der Rückfuß bleibt beim Aufsetzen nicht starr sondern führt auch mit Bandage eine physiologische Valgusbewegung aus, die jedoch nicht so stark ist wie ohne Bandage.

Um zu sehen, ob der beschriebene Effekt auf die Bandage mit ihrer Zügelkonstruktion zurückzuführen ist oder ob die gewebte Bandage bereits allein den Effekt bewirkt wurde zusätzlich ein Gangzyklus mit angelegter Bandage jedoch ohne Zügel „also ohne Fixierung“ mit der Situation „barfuß“ verglichen. Die Auswertung dieses Vergleichs zeigt eine Streuung der Ergebnisse. In drei Fällen fand

sich unter Vollbelastung „ohne Fixierung“ eine stärkere Valgisierung als „barfuß“. Drei Fälle wiesen einen sehr schwachen Effekt (Schwellenwert 1,0) und in weiteren drei Fällen zeigte sich eine moderate Korrektur. Ein Proband zeigte eine extreme Unterbindung der Valgisierung. Dies war erneut bei Tester Vier der Fall.

2. Ganganalyse

Mediale Perspektive

Anschließend wurden die Aufnahmen aus der medialen Perspektive ausgewertet mit der das mediale Längsgewölbe beurteilt werden kann. Beurteilungskriterium war die Höhe des Os naviculare über dem Boden. Hierzu wurden drei Marker so geklebt, dass zwei Geraden mit Schnittpunkt im Kalkaneus (Tuber calcanei) gelegt werden können. Eine Gerade entspricht der Bodenfläche und die zweite Gerade läuft durch die Tuberositas des Os Naviculare. Der Winkel vergrößert sich somit wenn das Os Naviculare sich weiter vom Boden entfernt und das mediale Längsgewölbe höher wird. Es wurden die gleichen Bedingungen untersucht wie sie bei der dorsalen Perspektive bereits beschrieben wurden. Bei der Messung der Probanden unter der Bedingung „barfuß“ zeigte sich in fünf Fällen ein Absinken des Os Naviculare und in den anderen Fällen ein Ansteigen des Os Naviculare jeweils in der Phase der Belastung.

Die Messung der Ganganalysedaten der Probanden „mit Fixierung“ zeigte in vier Fällen keine Höhenveränderung des Os Naviculare. In den übrigen sechs Fällen stieg das Os Naviculare in der Phase der Vollbelastung an. Ein Absinken des Os Naviculare war in keinem Fall festzustellen. Die Messung der Ganganalysedaten der Probanden „ohne Fixierung“ zeigte in fünf Fällen ein Absinken des Os Naviculare, in zwei Fällen eine unveränderte Höhe des Os Naviculare und in drei Fällen einen Anstieg des Os Naviculare in der Phase der Vollbelastung an.

Zusammenfassend zeigte sich „barfuß“ in 50 % ein Absinken und in den übrigen 50 % einen Anstieg des Gewölbes. „Mit Fixierung“ fanden sich entweder eine Erhöhung des Gewölbes oder eine stabile Situation am Gewölbe. Ein Absinken der Gewölbehöhe unter Vollbelastung war „mit Fixierung“ nicht aufgetreten. „Ohne Fixierung“ war kein Trend festzustellen. So flachte sich in der Hälfte der Fälle das Gewölbe ab, in drei Fällen erhöhte es sich und in zwei Fällen war keine Veränderung festzustellen. Zur weiteren Differenzierung der gesehenen Effekte wurden die erzielten Veränderungen (also die Differenzen zwischen Entlastung und Vollbelastung) unter den verschiedenen Bedingungen direkt verglichen.

Hierbei ergaben sich folgende Ergebnisse:

In fünf Fällen war das Längsgewölbe unter der Bedingung „barfuß“ abgeflacht. Die gleichen Probanden zeigten „mit Fixierung“ viermal eine Anhebung des Gewölbes und einmal, im Fall eines zuvor stark abgesunkenen Gewölbes, ein nur minimales Absinken. Unter der Bedingung „ohne Fixierung“ zeigten sich bei diesen Probanden keine einheitlichen Ergebnisse. In den übrigen fünf Fällen ohne jegliche Korrektur, also „barfuß“, kam es unter Vollbelastung zu einem Anstieg des Längsgewölbes. Bei diesen fünf Probanden ergab sich „mit Fixierung“ ein gegenüber der Situation „barfuß“ etwas geringer ausgeprägter Gewölbeanstieg. In zwei Fällen die „barfuß“ einen moderaten Anstieg zeigten ergab sich „mit Fixierung“ nahezu keine Veränderung der Gewölbehöhe. Bei einem Probanden zeigte sich „barfuß“ ein moderater Anstieg unter Belastung und mit Fixierung ein moderates Absinken des Gewölbes. Die Betrachtung der Absolutwerte zeigte bei diesem Probanden für alle Bereiche sehr niedrige Werte, d.h., es lag in diesem Fall ein Fuß mit einem sehr flachen Längsgewölbe vor.

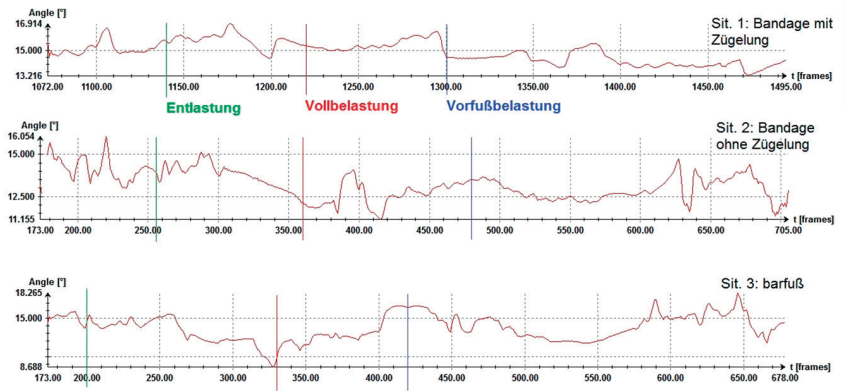


Abb. 4–6: Das Mikromak System bietet die Möglichkeit die sich während der Gangphasen ändernden Markerwerte kontinuierlich numerisch darzustellen.

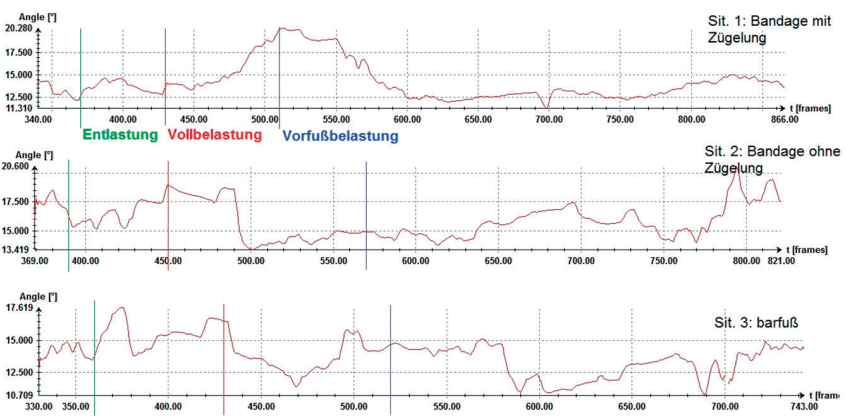


Abb. 5

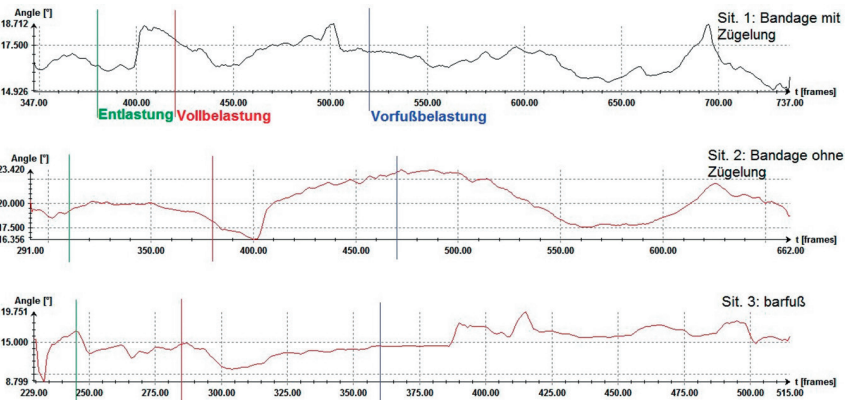


Abb. 6

**Ganganalyse
Dynamische Parameter**

Nachdem die tabellarischen Absolutwerte bewertet wurden, um die Extremwerte der Belastung (die völlige Entlastung und Vollbelastung) zur Beurteilung heranzuziehen, wurde nachfolgend eine Beurteilung der dynamischen Situation (Betrachtung des Verlaufs)

unternommen. Das Mikromak System bietet die Möglichkeit die sich während der Gangphasen ändernden Markerwerte kontinuierlich numerisch darzustellen. Dies wurde dann in eine Grafik übertragen (▶ Abb. 4–6).

Bei angelegter Bandage mit korrigierenden Zügeln („mit Fixie-

rung“) zeigte sich in der Phase der Gewichtsübernahme vom Fersenaufsatz bis zum vollen Bodenkontakt der Fußsohle ein Anstieg des Winkels und damit des Längsgewölbes entsprechend einer Höhenzunahme des Os Naviculare. Während der Gewichtsübernahme nahm dieser Anstieg mit zunehmender Gewichtsübernahme ab ohne jedoch das Niveau zu erreichen das vor dem Bodenkontakt also in der völligen Entlastung bestand. Im Vergleich hierzu war „ohne Fixierung“ mit Aufsetzen des Fußes bis zum vollen Bodenkontakt keine wesentliche Änderung des Winkels festzustellen. Das heißt die Höhe des Längsgewölbes blieb weitestgehend unverändert. In der Phase der Gewichtsübernahme kam es zu einer Abnahme des Winkels und damit einer Abflachung des Längsgewölbes. Die Werte lagen hierbei unter den Ausgangswerten in der Entlastung vor Aufnahme des Bodenkontaktes.

Die Messungen des Ganges „barfuß“ zeigte bereits bei Aufnahme des Bodenkontaktes eine geringe Abnahme des Winkels d.h. ein leichtes Absinken des Gewölbes. Dies setzte sich mit Übernahme des Gewichtes weiter fort. Im Prinzip zeigte sich ein ähnlicher Verlauf wie „ohne Fixierung“ jedoch mit einer deutlicheren Abnahme des Längsgewölbes. Beim Vergleich der drei Bedingungen konnte festgestellt werden, dass die Gewölbekonstruktion „mit Fixierung“ über die Schrittphase erhalten blieb. Dies lag wesentlich daran, dass mit Beginn der Belastungsaufnahme das Gewölbe initial an Höhe zunahm und sich unter zunehmender Belastung minimierte ohne das Ausgangsniveau zu unterschreiten. Dieser Ablauf entspricht einem physiologischen Einfedern des Gewölbes ohne Aufgabe der Gewölbekonstruktion. „Barfuß“ ging die Gewölbehöhe schnell verloren und lag deutlich unter den Werten der Entlastungsphase. Der Vergleich zur Situation

„ohne Fixierung“ zeigte, dass der Effekt der Erhöhung des Gewölbes mit anschließender physiologischer Einfederung auf die Zügelung zurückzuführen ist. „Ohne Fixierung“ fehlte die initiale Anhebung des Gewölbes, das sogar an Höhe verlor. Die Bandage hat ohne Zügel nur einen geringen Effekt auf die Gewölbekonstruktion, da der Vergleich zwischen „ohne Fixierung“ und „barfuß“ ähnliche Effekte zeigte, die sich „barfuß“ auf niedrigerem Niveau abspielten. Die beschriebenen Effekte waren in unterschiedlich stark ausgeprägter Form, aber sinngemäß vergleichbar bei neun der zehn Probanden vorzufinden. Nur der bereits in der Analyse der statischen Werte auffällige Verlauf des Testers Vier war auch in der dynamischen Funktion auffällig.

Diskussion

Mit der Untersuchung wurde die Funktion bzw. Wirksamkeit der BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage in dynamischer Funktion beim Gehen untersucht. Bei zehn fußgesunden Probanden wurde eine kinematische Ganganalyse jeweils ohne Bandage, mit angelegter Bandage ohne Zügelanlage und mit Bandage plus angelegten Zügeln durchgeführt. So konnte das Gangbild ohne Einfluss der Orthese und mit vollständig angelegter Bandage verglichen werden. Um die Einflüsse des Effektes der Spiralkonstruktion zu beurteilen wurde zudem der Vergleich zwischen dem Gangbild bei getragener Bandage einmal mit und einmal ohne angelegte Zügelung. Beim Gehen drückt sich die Spiralfunktion am Fuß in der Bewegung des Rückfußes nach Außen (Antipronation) und des Vorfußes nach Innen (Pronation), so dass das Großzehengrundgelenk bodenwärts gedrückt wird aus. Die korrekte Positionierung des Fersenbeines wird durch den M. tibialis anterior und den M. tibialis posterior reguliert. Die schraubige Verdrehung von Ferse und

Vorfuß wird durch den M. tibialis posterior und den M. fibularis longus gesichert. Während die Mm. tibialis anterior et posterior die orthograde Belastung der Ferse garantieren, sorgt der M. fibularis longus durch seinen steigbügelartigen Verlauf unter der Fußsohle hindurch, für den stabilen Bodenkontakt der Großzehe.

Eine zentrale Rolle spielt das kugelförmige Talonavikulargelenk, in dem bei orthograde Fersenstellung eine Abduktions- und Rotationsbewegung stattfindet. Voraussetzung hierfür ist die orthograde Stabilisierung des Fersenbeins. Die Bandage soll eine unphysiologische (Hyper-)Pronation des Rückfußes verhindern um sie physiologisch im Talonavikulargelenk zuzulassen. Dazu muss die Bandage eine Pronationsbewegung des Os Naviculare – also eine Bewegung des Os Naviculare bodenwärts – verhindern.

Der Gangzyklus gliedert sich in eine Standphase und eine Schwungphase. Für die Untersuchung interessant waren die Abläufe in Standphase, da hier unter der wechselnden Belastungsintensität einerseits die Stellung des Rückfußes und andererseits die Höhe des Längsgewölbes untersucht werden konnten. Die Standphase kann in vier Unterphasen unterteilt werden. Die erste Unterphase ist der „initiale Bodenkontakt“, die von der Unterphase „Belastungsantwort“ gefolgt wird. Hieran schließen sich die „mittlere Standphase“ und die „terminale Standphase“ an.

Die Ergebnisse zeigten, dass mit der Bandage das mediale Längsgewölbe des Fußes in jedem Moment der Standphase also auch in der mittleren Standphase – in Vollbelastung – nahezu vollständig erhalten blieb. Dies geschieht nicht durch eine starre „Blockierung“ des Gewölbes sondern durch eine Höhenzunahme des Fußgewölbes, in der Phase vor Aufbau bzw. mit

Zusammenfassung

Mit der BORT Helix S Spiraldynamik® USG-Bandage steht offensichtlich ein orthopädisches Hilfsmittel zur Verfügung, welches beim Gehen positiv auf die Rückfußstellung wirkt und die Rückfußpronation kontrolliert bzw. verhindert. Hierdurch wird zusätzlich das mediale Längsgewölbe unterstützt ohne sich störend auf die dynamische Funktion auszuwirken. Die funktionelle Dämpfungsfunktion bleibt trotz Korrektur erhalten. Dass die in Laufschuhen verbauten Pronationsstützen, zumeist auf der Innenseite in die Zwischensohle eingelassene Elemente mit einem höheren Härtegrad, einen vergleichbaren Effekt haben ist schwer vorstellbar. Ein ungünstiger Einfluss auf die Dämpfungsfunktion ist eher anzunehmen;

zudem fehlt die für den stabilisierenden Spiraleffekt erforderliche Gegenbewegung im Vorfuß. Die mit der kinematischen Analyse gefundenen Ergebnisse sprechen dafür, dass diese Bandage das Konzept der Spiraldynamik als Hilfsmittel umsetzen kann. Als nächster Schritt soll mit einer MRT-Untersuchung in einem MRT, das eine Untersuchung im Stand also in Vollbelastung zulässt, gezeigt werden wie die anatomische Situation bei angelegter Bandage aussieht. Gleichzeitig wurde die Bandage im klinischen Alltag getestet und einige Fälle von Patienten mit speziellen Indikationen nachuntersucht. Hier soll im Rahmen einiger Falldarstellung die Wirkung bei bestimmten Fußpathologien dargestellt werden.

Beginn des Aufbaus der Belastung (Unterphase „initialer Bodenkontakt“). Aus diesem funktionellen Höhengewinn heraus flachte das Gewölbe unter zunehmender Belastung bis auf sein Ursprungsniveau wieder ab. Das bedeutet, dass die Einfederungsfunktion des Gewölbes und damit die Dämpfung für den Fuß erhalten bleiben ohne die Gewölbekonstruktion im Verlauf vollständig aufzugeben. Im Vergleich hierzu kam es bei der Untersuchung des Gangbildes ohne jegliche Korrekturmaßnahme („barfuß“) zu einer deutlichen Abnahme der Gewölbehöhe. Das bedeutet, dass auch hier eine Einfederungsfunktion stattfindet jedoch um den Preis der nahezu vollständigen Aufgabe der Gewölbekonstruktion. Diese Situation ist sicherlich die ungünstigere wengleich betont werden muss, dass die Probanden durchgehend keinerlei Beschwerden an den Füßen hatten. Somit ist diese Situation für den Fuß offensichtlich auch tolerabel. Es gilt allerdings zu bedenken, dass die Probanden

mit maximal 23 Jahren sehr jung waren. In höherem Alter tolerieren Füße Stellungsanomalien wesentlich schlechter. Interessant war das Ergebnis bei einem Probanden, dessen Fuß ein sehr stark ausgeprägtes Längsgewölbe aufwies. Hier war der Korrektoreffekt wesentlich geringer ausgeprägt und ging teilweise oder sogar in die entgegengesetzte Richtung. Dadurch wurde aus einer Rückfußsupination eine physiologische Funktion des Längsgewölbes unterstützt.

Zusätzlich wurde untersucht ob die Zügelkonstruktion – die den Spiraleffekt im Fuß bewirkt – den gesehenen Effekt hervorruft oder ob das Kompressionsgestrick der Bandage allein (ohne angelegte Zügelung) die beschriebenen Ergebnisse bewirken kann. Der Vergleich der Gangparameter mit Bandage jeweils ohne und mit Zügelanlage zeigte, dass der Effekt eindeutig auf die Zügelkonstruktion zurückzuführen ist. Ohne die Zügel zeigten sich Ergebnisse die denen nur mit der Socke ähnelte.

Die Werte waren allerdings auf einem günstigeren Niveau lokalisiert d.h. der Verlust der Gewölbekonstruktion war weniger stark ausgeprägt.

Alle Literaturstellen finden Sie online unter www.mot.de

Korrespondenzadresse:

Roggenbuck Christian ¹
El Helo J ¹
Brinkmann J ²

¹ Orthopädisches Zentrum Wilmersdorf
² Mikromak Service

Orthopädisches Zentrum
Wilmersdorf
Roggenbuck & Rutkowski
Hohenzollerndamm 197
10717 Berlin

**Christian
Roggenbuck**

