

Propriozeption durch physio-dynamische Einlagengestaltung

Willi Vosen: Die Versorgung von kindlichen Fußfehlstellungen mit Einlagen hat eine lange Tradition. Starre Einlagen wurden in den letzten Jahren dabei zunehmend durch flexible und dynamische Versorgungskonzepte abgelöst. Die hier vorgestellten physio-dynamischen Einlagen sollen einerseits den Fuß stützen, gleichzeitig aber eine ausreichende Muskelaktivität und ein propriozeptives Feedback zum Haltungssystem ermöglichen.

Am Fuß werden durch die Anordnung der Fußknochen ein Längs- und ein Quergewölbe geformt. Die knöchernen Elemente können trotz der Formvorgabe der einzelnen Anteile nicht allein die Fußwölbung gewährleisten. Zur Verspannung tragen die plantaren Bänder sowie zur Fußsohle wirkenden Muskeln und Sehnen entscheidend bei. Die Gewölbe-konstruktion wird zwei wichtigen

Anforderungen gerecht: Zum einen ist es durch die Gewölbe-konstruktion möglich, Last gut verteilt, stabil zu tragen. Das Gewölbe ist eine besonders geeignete Form zur Lastverteilung. Es stellt ein Grundprinzip in der Architektur dar, um Entfernungen von Fußpunkten aus zu überspannen. Schon die Römer bauten ihre Viadukte nach diesem Prinzip.

Zum anderen haben die Fußgewölbe eine funktionelle Bedeutung. Sie erfüllen eine abfedernde, stoßdämpfende Funktion. Sie fangen die Auftrittskraft dämpfend ab und ermöglichen uns dadurch einen geschmeidigen Gang, bei dem die ständig auftretenden Stoßkräfte durch funktionsfähige Fußgewölbe elastisch aufgefangen werden. In mechanischer Betrachtungsweise ergänzen sich die Gewölbe-ausbildungen beider Füße. Lang und Wachsmuth (1972) verfolgen die Vorstellung, daß sich die Füße durch die Gewölbeverspannung

mit der höchsten offenen Stelle im Bereich des inneren Längsgewölbes im beidbeinigen Stand zu einer Halbkuppel ergänzen. Dadurch wird eine mechanische Stabilitätsverbesserung bewirkt. Beim Einbeinstand fehlt dieser Sicherungseffekt durch die Halbkugelbildung. Entsprechend muss beim Einbeinstand eine höhere muskuläre Aktivität entwickelt werden, um den zusätzlichen seitlichen Schwankungen bei Verlagerung des Schwerpunktes durch muskuläre Anspannung zu begegnen. Allein das Stehen auf zwei Beinen muss also als aktiver Vorgang gewertet werden. Beim Gehen ist die Muskelaktivität zur Koordination der Bewegung natürlich erhöht. Mechanisch betrachtet ist das Gehen ein instabiler Zustand mit ständig wechselnder Auftrittsfläche. Der Gang ist nicht etwa eine fließende gleichförmige Bewegung wie bei oberflächlicher Betrachtung angenommen werden könnte, sondern besteht aus einem ständigen Wechsel zwischen Beschleunigung und Verlangsamung. Das individuelle Gangbild hängt von den verschiedenen Faktoren wie z.B. Schrittlänge, Gehgeschwindigkeit, Alter, Körpergewicht und Muskelkraft ab. Bei der Versorgung von Fußfehlstellungen mit Einlagen sollte diese Dynamik unbedingt berücksichtigt werden. Starre und harte Materialien wie Holz, Stahl oder Plexidur können den Fuß zwar stützen, sind aber keinesfalls dazu geeignet eine ligamentäre und muskuläre Aktivität zu fördern. Die Fußmuskulatur ruht sozusagen auf der harten Stütze und bildet



1 Die drei Einlagentypen für kindliche Fußfehlstellungen

sich immer weiter zurück, die Fehlstellung des Fußes wird so mit der Tragezeit der Einlagen immer gravierender.

Dynamisches Wirkungsprinzip

Wir setzen hier besonders bei der Versorgung von kindlichen Fußfehlstellungen auf physio-dynamische Einlagen. Diese Einlagen basieren auf einem von uns entwickelten progressiv dynamischen Wirkungsprinzip, sie sind also nicht statisch sondern vielmehr dynamisch wirksam. Alle Anstützungen wie z.B. Längsgewölbestützen, Pelotten oder Cuboidanhebung wirken hier progressiv dynamisch, d. h. je mehr Druck auf das Material ausgeübt wird, um so stärker wird auch die Stützwirkung. Voraussetzung für diese Wirkungsweise ist eine Einlagengestaltung aus weichen und elastischen Materialien. Die Muskulatur des Fußes kann bis zu einem gewissen Grad auf der Stütze aktiv bleiben, erst bei einem vermehrten Absinken des Fußes wird eine stärkere Stützwirkung erzielt. Diese Art der Einlagengestaltung sichert sowohl die biomechanische Stabilität, die physiologische Einstellung und Führung des Fußes als auch eine ausreichende Muskelaktivität, sowie ein ausgewogenes propriozeptives Feedback zum gesamten Haltungssystem, was besonders für Kinder mit einer generellen Haltungsschwäche wichtig ist.

Die physio-dynamische Kinder-einlage wird aus Polyurethan (PUR) geschäumt. Dazu werden in speziell für diese Einlagen gebauten Formschalen über die von uns entwickelten Formpositive die Einlagen in doppelter Schäumung gespritzt. Die Schäumung in Einspritz-Technik gewährleistet einen sehr homogenen Schaum. Die doppelte Schäumung mit

Kombination aus weichen und harten PUR-Schaum sorgt für die progressiv-dynamische Wirkung der Stützelemente.

Die propriozeptive Wirkung dieser Einlage begründet sich vor allem in ihrer physio-dynamischen Wirkungsweise. Propriozeption („Eigen-Wahrnehmung“) ermöglicht über Mechanorezeptoren eine räumliche Wahrnehmung der Position und Bewegung von Gelenken und Gliedmaßen in Abhängigkeit von zeitlichen Veränderungen. Anhand des Adaptationsverhaltens (Gewöhnung an einen vorhandenen Reiz) dieser Mechanorezeptoren erfolgt eine Einteilung in langsam adaptierende Rezeptoren (SA-Rezeptoren = slow adapting) und schnell adaptierende Rezeptoren (RA od. FA-Rezeptoren = rapid od. fast adapting). FA-Rezeptoren reagieren nur bei Änderung des mechanischen Reizes, während SA-Rezeptoren bei länger anhaltenden Reizen ständig Aktionspotentiale bilden. Die physio-dynamische Einlage setzt für beide Rezeptoren Reize, einmal über die schalige und enge Fersenführung einen ständigen Reiz für die SA-Rezeptoren und einmal über die progressiv dynamische Längsgewölbestütze einen wechselnden muskulären Reiz für die FA-Rezeptoren. Im Gegensatz zu starren statischen Einlagen ist es so mit der physio-dynamischen Einlage möglich die Muskelkraft im Sinne der Harmonie zu stärken und zu trainieren. Ähnlich wie beim



2 Doppelte Schäumung: Harte (schwarz) und weiche (blau) PUR-Schichten.



3 PUR-geschäumte physio-dynamische Einlage für den kindlichen Knick-Senkfuß

Prozess des Laufenlernens bei Kleinkindern, wird durch Einüben von Bewegungsabläufen mit der Einlage ein korrektes Bewegungsmuster erlernt. Die Einlage unterstützt auch die Arbeit des Physiotherapeuten, wie krankengymnastische Übungen nach Voita, Bobath oder Pankov. Unsere Einlage wird in drei Ausführungen hergestellt:

Kindlicher Knick-Senkfuß

Um eine möglichst maximale Fersenaufriechung zu erzielen wurde die Fersenmulde als Klammer gestaltet. Der Scheitelpunkt der Längsgewölbestütze liegt unmittelbar distal des Sustentaculum talare, die äußere seitliche Schale dient als lateraler Gegenhalt. Zur Gewährleistung

einer möglichst engen Fersenführung trotz konfektionierter Leisten, wurde im Längsgewölbe auf die feste und formstabile PUR-Basisschicht eine zweite flexible und elastische PUR-Schicht gebracht. Die Form der Längsgewölbestütze passt sich somit bis zu einem gewissen Grad an die Stellung der Ferse an, eine optimale Passform kann somit auch bei konfektioniertem Leisten erreicht werden. Druckstellen sind durch den zum Fuß hin weichen Aufbau der Einlage ausgeschlossen. Bei einer so korrigierten Stellung des Calcaneus (physio-dynamische Rückfußklammer) liegt der Hauptbelastungspunkt der knöchernen Fersenauftrittsfläche im lateralen Bereich des Fersenbeins. Das an dieser Stelle vorhandene feste Fersenpolstergewebe dient beim Aufsatz als natürliche Dämpfung. Dabei werden in allen drei Phasen des Abrollvorgangs Informationen über ein korrigiertes, physiologisches Haltungsmuster an das Zentralnervensystem weitergeleitet und so als Bewegungsmuster trainiert. Schon in der Aufsatzphase korrigiert die leicht varisierende, als Klammer gestaltete Fersenmulde das Fersenbein in eine physiologische Position. In der Stützphase wirkt die Längsgewölbestütze progressiv dynamisch, d.h. je mehr Druck auf das Material

ausgeübt wird um so fester wird die Stützwirkung. Die Längsgewölbestütze dieser Einlage ist sehr steil gearbeitet, so dass es nicht zu einer Hebung der muskulären Strukturen kommt, die Plantarfascie kann frei verlaufen und somit zur Aufrichtung des Fußgewölbes mit beitragen. In der Abstoßphase korrigiert eine vorgezogene laterale Pronationsleiste und der Detorsionsschnitt der festen PUR-Basisschicht die Supinationsstellung im Vorfuß und fördert somit die Abrollung über den 1. Strahl. Der Patella-Sehnenwinkel (Q4-Winkel) beschreibt die Stellung der Patella-Sehne im Raum. Er wird von den Hüft- und Knierotatoren beeinflusst und ist damit von der Stellung des Unter- und Oberschenkels abhängig. Da eine Valgisierung des Fersenbeins, sehr häufig mit einer Innenrotation des Unterschenkels verbunden ist, kann der Q4-Winkel zur Kontrolle der Wirksamkeit der Einlage auf die gesamte Beinachse herangezogen werden. Durch die Einlage konnte eine eindeutige Korrektur von medial nach lateral (im Sinne einer Verminderung der Innenrotation) erzielt werden. Der Q4-Winkel liegt zwar tendenziell immer noch im Bereich über 90° (entspricht einer Ausrichtung nach medial), was sich aber unter dem propriozeptiven Trainingseffekt im Laufe der Tragezeit verbessert.

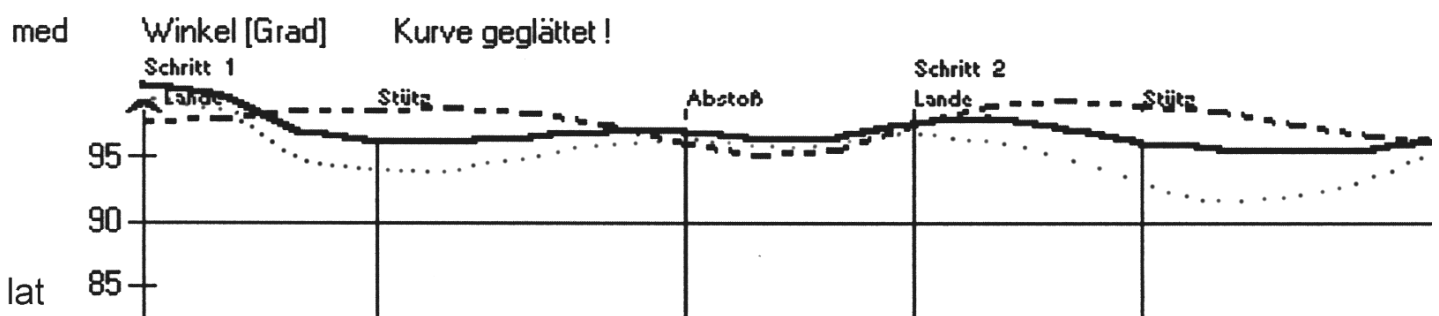
Am Verhalten des Q4-Winkels, der sehr komplex von vielen muskulären Zügen beeinflusst wird, läßt sich die propriozeptive Wirksamkeit der physio-dynamischen Knick-Senkfuß Einlage auf die gesamte Muskulatur sehr gut nachweisen (Abb.4).

Sichelfuß und Innenrotations-Gang

Die Korrektur des Sichelfußes erfolgt nach dem klassischen 3-Punkt Korrektursystem:

1. Korrekturpunkt - die Fersenschale dient der Fixierung des Fußes in der Fußlängsachse.
2. Korrekturpunkt - ein unter dem Lisfranc'schen Gelenk eingeschäumter PUR-Pad, der als lateraler Konterpunkt (Hypomochlion) dient.
3. Korrekturpunkt - an der medialen Seite des Großzehengrundgelenks ist eine weiche Pelotte aus PUR in die Einlage integriert. Diese Pelotte läuft nach vorne bis über den Gelenkspalt aus und bringt den Fuß in eine korrigierte Position.

Zur Gewährleistung einer möglichst engen Fersenführung (Vollkontakt) trotz konfektionierter Leisten wurde, wie bei der physio-dynamischen Knick-Senkfuß Einlage, im Längsgewölbe auf die feste und formstabile Basisschicht ein flexibles und elastisches PUR-Material mit hoher Rückstell-



4 Winkelverlaufskurve des Q4 aufgenommen mit COVILAS®
 Barfuß: -----, mit Versorgung: ———, Kontrolle nach 2monatiger Tragezeit der Versorgung:

fähigkeit gebracht, eine exakte Anpassung der Fersenschale erfolgt somit auch hier progressiv dynamisch. Die Cuboid-Anhebung wirkt hier unterstützend. Dabei ist die Längsgewölbestütze bei der Sichelfuß Einlage nur kurz gehalten, um eine Adduktion des Vorfußes durch die Korrekturwirkung auszuschließen. Eine laterale Pronationsleiste sorgt für eine physiologische Abrollung und eine Korrektur des Innenrotationsgang. Ideal lässt sich die Einlage mit einem Anti-Varus-Schuh kombinieren.

Muskulär schlaffer Fuß bei Haltungsschwächen und Lähmungen.

Bei dieser Ausführung wurde auf die feste PUR-Basissschicht verzichtet. Neben einer schaligen Fersenführung, wurde hier zusätzlich eine Quergewölbestütze und ein Zehenwulst zum propriozeptiven Feedback angebracht. Das Einsatzgebiet dieser Einlage liegt in der Versorgung von muskulär schlaffen und kraftlosen Füßen. Eine tiefgelegte Großzehe und eine laterale Pronationsleiste schaffen zusätzliche Reize für die Rezeptoren und sorgen so dafür, dass ein physiologisches Bewegungsmuster antrainiert wird. Bewährt hat sich diese Ausführung der Einlage auch bei Lähmungen, sowohl schlaffer als auch spastischer Art. Eine Kombination mit einem Therapieschuh bietet sich an.

Abschließend lässt sich sagen, dass grundsätzlich jede Einlage, durch ihre korrigierende Wirkung eine gewisse propriozeptive Wirkung hat. Ein muskuläres Training, mit einer positiven Rückmeldung auf das Haltungssystem ist jedoch nur mit physio-dynamisch wirkenden Einlagen möglich. So gestaltete Einlagen können nur aus weichen und flexiblen Materialien gestaltet

werden. Einwände hinsichtlich der mangelnden Stabilität erübrigen sich, da zusammen mit dem Schuh eine hervorragende progressiv dynamische Stützwirkung erzielt wird. Fuß, Schuh und Einlage bilden so eine funktionelle Einheit im Sinne einer harmonischen Steuerung von Bewegungsmustern.

- ● *Anschrift des Verfassers:*
OSM Willi Vosen

Widukindstr. 46-50
33098 Paderborn



5 Ausführung für den muskulär schlaffen Fuß



6 Physio-dynamische Sichelfuß-Einlage

Erschienen in:

**Orthopädienschuhtechnik
Sonderheft Propriozeption
Juni 2000**