

Physio-dynamisch innovative Einlagen aus PUR-Schaum für kindliche Fußfehlstellungen

Einleitung

Bei der orthopädieschuhtechnischen Versorgung kindlicher Fußfehlstellungen ist es besonders wichtig eine Unterscheidung zwischen physiologischen Entwicklungsvorgängen und wesentlichen Abweichungen von dieser Norm zu treffen. In der Entwicklung des kindlichen Fußes kommt es physiologischer Weise zu einem kleinkindlichen X-Bein mit der Folge eines Knick-Senkfußes, der sich bei physiologischer Funktionsfähigkeit der Muskulatur vom 6.-16. Lebensjahr wieder aufrichtet. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der ligamentären und muskulären Züge gehen die Kinder in den hohen Zehenstand, durch die supinierenden Kräfte der tiefen Flexoren kommt es zur Aufhebung der Valgusstellung der Ferse und es besteht eine Varusstellung. Lässt sich die vorhandene Fehlstellung durch den Zehenstand nicht mehr ausgleichen muss eine Schwäche der Muskulatur angenommen werden. Bei Kindern mit Muskelschwäche, sowie bei übergewichtigen Kindern besteht die Gefahr, dass die an sich reversible Fehlstellung zu einer strukturell irreversiblen Fußdeformität wird. In diesen Fällen und bei länger bestehender Fehlhaltung ist eine Therapie notwendig.

Versorgung mit Einlagen

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 Gewölbekonstruktion wird zwei wichtigen Anforderungen gerecht: Zum einen ist es durch diese Gewölbekonstruktion möglich, Last gut verteilt, stabil zu tragen. Zum anderen haben die Fußgewölbe eine funktionelle Bedeutung, sie fangen die Auftrittskräfte 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 Gewölbeausbildungen 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 (Abb.1). 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

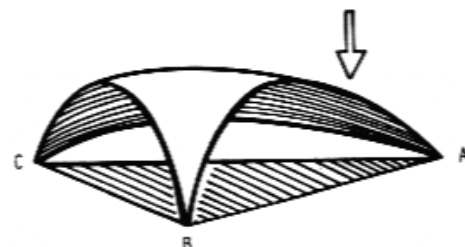


Abb.1 Die plantare Halbkuppel des rechten Fußes mit den drei Belastungspunkten (nach Prof. Rene Baumgartner)

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

Konfektionierte physio-dynamische Einlage

Die Fa. W. Vosen setzt 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 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

Die von der Fa. W. Vosen entwickelte physio-dynamische Kindereinlage 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 (Abb.2). 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 Wirk-

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



Abb.3 Physio-dynamische Einlage für den Knick-Senkfuß



Abb.2 Physio-dynamische Einlage in doppelter Schäumung

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.

maßen 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

ung dieser Einlage begründet sich vor allem in ihrer physio - dynamischen Wirkung. Propriozeption („Eigen-Wahrnehmung“) ermöglicht über Mechanorezeptoren eine räumliche Wahrnehmung der Position und Bewegung von Gelenken und Glied-

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 Prozess des Laufenlernens bei Kleinkindern, wird durch Einüben von Bewegungsabläufen mit der Einlage ein korrektes Bewegungsmuster erlernt. Die Einlage unterstützt so auch die Arbeit des Physiotherapeuten.

Ausführung für den kindlichen Knick-Senkfuß

Im Gegensatz zum kontrakten Knick-Platt-Fuß, lässt sich der lockere Knick-Senk-Fuß mit Einlagen wieder aufrichten. Der lockere kindliche Knick-Senkfuß ist gekennzeichnet durch ein abgeflachtes Längsgewölbe und eine Valgisierung des Fersenbeins. Knöchern hat eine Verlagerung statt gefunden. Der Talus wird durch die nach medial rotierende Knöchelgabel um seine Längsachse leicht verdreht,

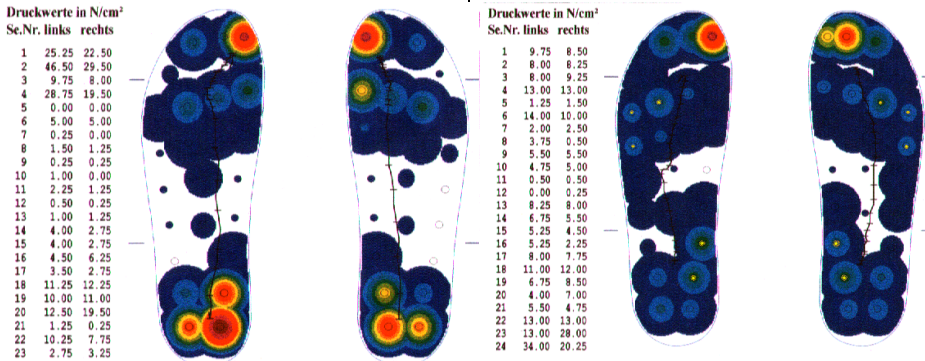


Abb.4 unversorgte (links) und versorgte (rechts) Darstellung mit dem Parotec®-System

während der Calcaneus im Sinne einer Pronation nach medial abkippt. Da der vordere Teil des Talus keine ausreichende Sicherung zur Fußsohle erfährt, kommt es zu einem Ausweichen des Taluskopfes nach plantar. Im Talonaviculargelenk kommt es dadurch zu einer dorsalen und lateralen Verschiebung des Os naviculare. Dies bedingt eine Abduktion des Vorfußes und ein Aufdrehen sowie eine Dorsalextension des 1.Strahls. Das mediale Längsgewölbe wird somit abgeflacht oder sogar aufgehoben.

Um eine möglichst maximale Fersenaufriechung zu erzielen wurde die Fersenmulde bei der physio-dynamischen Einlage 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 weiche und elastische PUR-Schicht geschäumt. Die Form der Längsgewölbestütze paßt sich 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,

nicht zu einer Hebung der muskulären Strukturen kommt, die Plantarfascie kann frei verlaufen und zur Aufrichtung des Fußgewölbes 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.

Überprüfung der Wirksamkeit

Pedographie

Bei der Pedographie wird deutlich, dass sich im unversorgten Zustand die Belastung im Fersenbereich erheblich nach medial verschoben hat (Valgisierung des Calcaneus). Die Abflachung des Längsgewölbes ist im Ansatz auch bei der Druckmessung zu erkennen. Die Messung mit Versorgung zeigt deutlich die Wirkungsweise der Einlage. Die Aufrichtung des Calcaneus durch eine progressiv dynamische

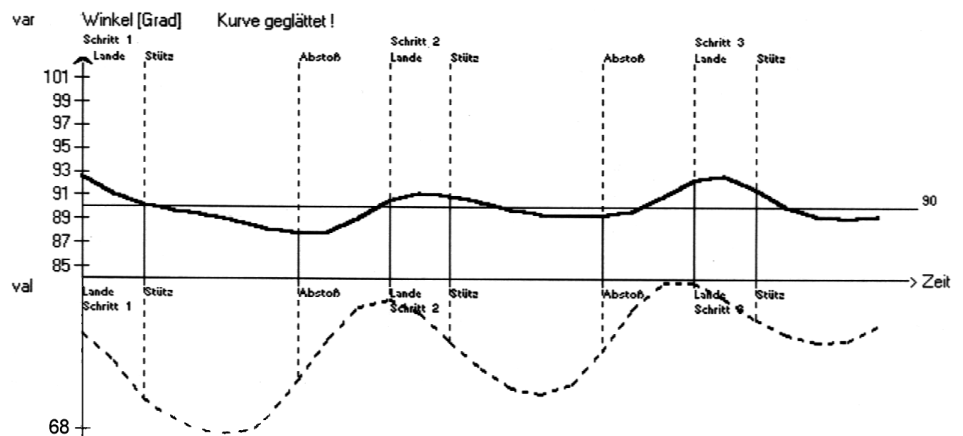


Abb.5 Winkelverlaufskurve des Fersenbeinwinkels links, aufgenommen mit Covilas. Mit Versorgung: _____, barfuß: - - - -

als Klammer gestaltete Fersenmulde das Fersenbein in eine physiologische Position. In der Stützphase wirkt die Längsgewölbestütze progressiv dynamisch. Die Längsgewölbestütze dieser Einlage ist sehr steil gearbeitet, so dass es

Stütze wird durch eine moderate Druckbelastung sichtbar (Sensor Nr. 4 + 6). Auch die Wirkung der Pronationsleiste lässt sich im lateralen Vorfußbereich erkennen (Sensor Nr. 16 - 18). Verläuft die Kraftabtragungslinie im unversorgten Zustand im nach

medial gerichteten Drittel des Fußes, so wird sie durch die physio-dynamische Einlage zentriert.

Video-Bewegungsanalyse

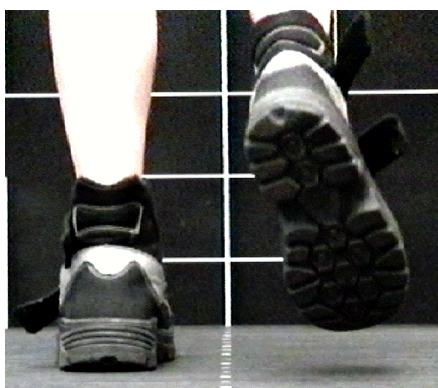


Abb.6 Videobilder der Covilas-Laufbandkontrolle, eine Verbesserung der Statik wird deutlich sichtbar

Bei der Video-Bewegungsanalyse mit dem COVILAS®-System haben wir 2 Winkel untersucht: Einmal den Achillessehnenwinkel und davon speziell den Teilaspekt des Fersenbeinwinkels und den Q4-Winkel, der die Stellung des Knies im Raum beschreibt.

Fersenbeinwinkel

Die Messung des Fersenbeinwinkels in der Dynamik ergab eine deutliche Aufrichtung der Ferse aus der Valgusstellung. Unversorgt betrug die Abweichung von der 90° Stellung bis zu 22° Grad valgus. Mit Einlage wurde eine physiologisch günstige Abweichung von 3° erreicht. Der Winkeldurchlauf wurde um 66%, von 18° (86°-68°) auf 6° (93°-87°) reduziert, was sich positiv auf die gesamte neuromuskuläre Kontrolle auswirkt.

Der Q4-Winkel (Patella-Sehnenwinkel)

Der Q4- Winkel beschreibt die Stellung der Patella-Sehne im Raum. Er wird von den Hüft- und Knie-Rotatoren 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 Wirkung der physio-dynamischen Knick-Senkfuß Einlage auf die gesamte Muskulatur sehr gut nachweisen. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Auswertung des Winkels der Beinachse, unserer Meinung nach ist allerdings eine Bewertung des Q4-Winkels aussagekräftiger, da hier eine dreidimensionale Komponente in die Winkelmessung mit eingeht.

Ausführung für den kindlichen Sichelfuß und Innenrotations-Gang

Bei der physio-dynamischen Einlage für den Sichelfuß handelt es sich um eine leichte, flexible und aktivkorrigierende Einlage aus PUR. 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 Rückstellfähigkeit gebracht, eine exakte Anpassung der

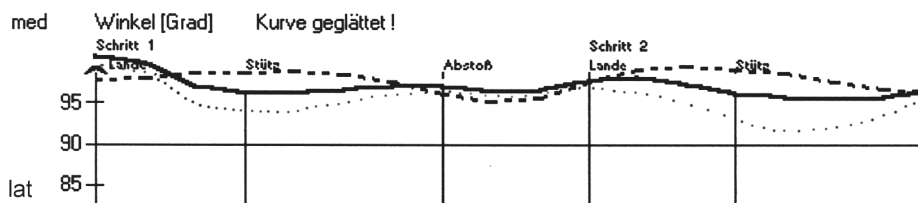


Abb.7 Winkelverlaufskurve des Q4, aufgenommen mit Covilas. Barfuß: ---, mit Versorgung: ———, nach 2monatiger Tragezeit:

Fersenschale erfolgt somit auch hier progressiv dynamisch. Die Cuboid-Anhebung wirkt hier unterstützend. Dabei ist die Längsgewölbestütze bei der



Abb.8 *Physio-dynamische Einlage für Innenrotationsgang und Sichelfuß*

Sichelfuß Einlage nur kurz gehalten, um eine Adduktion des Vorfußes durch die Korrekturwirkung auszuschießen. Eine laterale Pronationsleiste sorgt für eine physiologische Abrollung und eine Korrektur des Innenrotationsgang. Ideal läßt sich die Einlage mit einem Anti-Varus-Schuh kombinieren.

Ausführung für den muskulär schlaffen Fuß bei Haltungsschwächen und Lähmungen.

Bei dieser Ausführung wurde auf die feste PUR-Basisschicht 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.

Autoren:

Willi Vosen
Jochen Runge
c/o Fa. Vosen Orthopädie-
Schuhtechnik
Widukindstrasse 46 – 50
33098 Paderborn



Abb.9 *Physio-dynamische Einlage für den muskulär schlaffen Fuß*

**Dieser Artikel ist erschienen in:
Orthopädie-Technik 9/00**

Literatur:

- Baumgartner R., Stinus H.: Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes. 2. neubarb. Aufl. Thieme, Stuttgart 1995
- Flehmgig, I.: Normale Entwicklung des Säuglings und ihre Abweichungen. 6. Aufl. Thieme, Stuttgart, 2001.
- Gollhofer, A.: Propriozeption – Grundlegende Überlegungen zur sensomotorischen Steuerung. Orth. Schuhtechnik Sonderheft „Propriozeption“, 10-14, 2000
- Grifka, J.: Einlagen: Indikation, Verordnung, Ausführung. 2. Aufl. Enke, Stuttgart 1993
- Hylton, N.: Dynamic Orthotic Concepts. Background and Experiences. Verlag Orthopädie-Technik, Dortmund 2000
- Lang, J., Wachsmuth, W.: Praktische Anatomie. Bd. 1, Teil 4: Bein und Statik. 2. Aufl. Springer, Berlin 1972
- Larsen C.: Spiraldynamik – Die zwölf Grade der Freiheit. Via nova, Petersberg 1995
- Marquardt, W.: Die theoretischen Grundlagen der Orthopädie-Schuhmacherei. Maurer, Geislingen 1965
- Mau, H.: Grenzen des normalen und Anfänge des pathologischen Kinderfußes. Orthop. Praxis 21, S.435-443, 1985
- Runge, J.: Entdecke die Möglichkeiten – Einlagen aus flüssigen PUR-Schaumsystemen. Orth. Schuhtechnik 5, S.50-53, 2000
- Volkman, von, R., Bernau, A., Rebstock, W.: Behandlung des kindlichen Knickfußes mit der Winkelheber-Flügeleinlage. Med. Orth. Tech. 103, S. 34-35, 1983