

# Einlagen

**MED REFLEX**<sup>®</sup>  
Therapiekonzepte GmbH

**Sonderdruck**

aus: Orthopädieschuhtechnik,  
Sonderheft Einlagen; Mai 2004  
C. Maurer Druck und Verlag, Geislingen.

Medreflex Therapiekonzepte GmbH  
Hesselohrstrasse 6 • 80802 München  
Tel. 089/38799884 • Mobil 0173/8606610  
Fax 089/38898169 • email: a.welk@medreflex.de

## Die physiologischen und orthopädischen Grundlagen der afferenzstimulierenden Einlagenversorgung

**Gregor Pfaff:** *Der Fuß ist ein sensibles Tastorgan, das bei jedem Schritt Informationen an das Gehirn übermittelt, die wiederum eine Reaktion auf unsere Bewegung zur Folge haben. Die afferenzstimulierende Einlagenversorgung macht sich dieses Prinzip zu Nutze, um über gezielt gesetzte Reize an der Fußsohle Einfluss auf die Bewegung und die Körperhaltung zu nehmen. Wie das anatomisch und physiologisch funktioniert erläutert dieser Beitrag.*

Die Einlagenversorgung ist in der orthopädischen Praxis ein zunehmend kontrovers diskutiertes Thema unter Fachleuten. Die traditionelle Einlagenversorgung geht von einer Fußfehlform aus und will die veränderte Fußarchitektur mit festen, stützenden und bettenden Einlagenelementen korrigieren. Zwar werden mehr und mehr weichere Materialien zur Verbesserung der Funktionalität verwendet, das Grundproblem einer passiven Stützung jedoch bleibt: „Die Funktion folgt der Form“!

Die Biomechanik versucht, sich von der statischen Betrachtungsweise zu lösen und die Dynamik der Bewegungsabläufe zu berücksichtigen. Der Grundgedanke aber, dass skelettstützende Maßnahmen exzessive Bewegungen der Fußknochen reduzieren sollten, wurde beibehalten.

Neueste Untersuchungen von Benno Nigg und Mitarbeitern aus Calgary haben gezeigt, dass Einlagen üblicherweise keinen wesentlichen Einfluss auf

die Kinematik des Fußskelettes beim Gehen oder Laufen haben (Pronation). Trotzdem ist aber ein gewisser „Erfolg“ des Einlagentragens aus der Erfahrung feststellbar. Zum Beispiel wird durch das Tragen konventioneller Einlagen das EMG-Signal (Wavelet-Analyse-methode) von bestimmten Muskelgruppen verändert, dies entspricht der Entlastung der Muskulatur. Bewegungsänderungen im Pronationsverhalten werden jedoch nicht beobachtet. Als Konsequenz daraus kann gefolgert werden, dass Einlagen prinzipiell die extern wirkenden Drehmomente verringern können (Reduktion des extern wirkenden Hebels) und deshalb die Muskulatur, die diese äußeren Drehmomente ausgleicht, entlasten (n. B. Segesser, GOTS- Kongress 2003).

Wenn dieser bisher noch spekulative Zusammenhang stimmt, dann werden Fußmuskeln durch traditionelle Einlagenversorgungen prinzipiell entlastet, was längerfristig kontraproduktiv wirkt. Da die Muskeln nicht trainiert

werden, bilden sie sich langsam zurück.

Eine prinzipiell andere Denkweise wird durch die Anwendung von propriorezeptiven, afferenzverstärkenden oder sensomotorischen Einlagen verfolgt. Sie geht davon aus, dass exzessive Bewegungen von einer mangelhaften muskulären Kontrolle ausgehen (mangelnde Innervation, muskuläre Dysbalance, Koordinationsstörung). Wenn nun die Muskulatur durch das Setzen von bestimmten propriorezeptiven Reizen spezifisch stimuliert wird, kann sie auf die auftretenden Belastungen besser reagieren und die Bewegungen in einem physiologischen Ausmaß halten. Dies würde bedeuten, dass durch Verbesserung der Fußmuskelfunktion übermäßige Bewegungen des Fußskelettes vermieden werden können. Dadurch entstehen günstigere äußere Hebelverhältnisse, welche zu kleineren internen Drehmomenten und geringeren Muskelbelastungen führen. Aktive Bewegungskontrolle bewirkt die physiologische Belastung der Muskulatur und die Verbesserung der Bewegungs- und Stellungs-koordination des Fußes. Als Anwender der afferenzstimulierenden-sensomotorischen Einlagen postuliere ich: „Die Form folgt der Funktion“!

**Der Fuß als Basis des Bewegungsapparates**

Ein Fuß ist aus insgesamt 26 Knochen, einer Vielzahl von Gelenken, über 100 Muskeln und Sehnen sowie Fascien zu einer bemerkenswerten Funktionseinheit von Festigkeit und Elastizität zusammengefügt. In Verbindung mit dem Nervensystem und den nach cranial übergreifenden Muskelgruppen bildet der Fuß den Ursprung unserer Aufrichtung, die Basis von Stand und Gang, die Voraussetzung für die menschliche Evolution mit Aufrichtung des Körpers und des freien Gebrauchs der Hände!

Dabei ist der Fuß durch die intensive nervale Versorgung ein sensibles Tastorgan, das über die Temperatur, Festigkeit, Oberflächenbeschaffenheit und Neigung des Untergrundes Informationen an das Gehirn weitergibt (Afferenz).

Durch die sogenannte sensomotorische Integration werden motorische Befehle erarbeitet, die am Fuß die aktive Ausbildung der Fußgewölbe je nach Notwendigkeit der Situation steuern (Efferenz). Dadurch kann der Fuß bei jeder dynamischen Belastung quasi „Schritt für Schritt“ die Beschaffenheit des Untergrundes ausgleichen, abdämpfen und die Gesamtbewegung des Körpers aussteuern und damit stabilisieren.

**Propriorezeptive Strukturen der Fußsohle**

Die Propriozeption (Selbstwahrnehmung) erfolgt reflexartig über geeignete Strukturen an der Fußsohle mit Weiterleitung an das Rückenmark und Stammhirn (Cerebellum). Spezifische Strukturen an den Muskeln (Muskelspindeln), den Sehnen (Golgi-Sehnen-

Organe), der Haut (Mechanorezeptoren) und Gelenken (Gelenkrezeptoren), sowie freie Nervenendigungen bilden die afferente Reizinformation des Fußes zur Bewegungskoordination.

Die sensorische Rückmeldung aus den Muskelspindeln verläuft entweder über schnellleitende Fasern (Ia-Fasern) direkt über das Rückenmark mit einem monosynaptischen Dehnungsreflex zur motorischen Nervenzelle oder über langsamere Rückleitungsbahnen der Gruppe-II Fasern zum ZNS.

Die Hauptaufgaben der Muskelspindeln bestehen darin, die jeweilige Längen-, Lage- und Spannungsänderung der Muskulatur dem ZNS rückzumelden.

Die Charakteristik der Golgi-Sehnen-Organen dagegen ist genau gegensätzlich zum Mechanismus der Muskelspindeln verschaltet. Funktionell kann diese gegenseitige Wechselwirkung als Balanceakt der neuronalen Ansteuerung verstanden werden, im Sinne einer abgestuften Regelung von Hemmung und Erregung. In Abhängigkeit der jeweiligen Belastungssituation können die Golgi-Sehnen-Organen jedoch auch fördernd auf die Arbeitsmuskeln wirken.

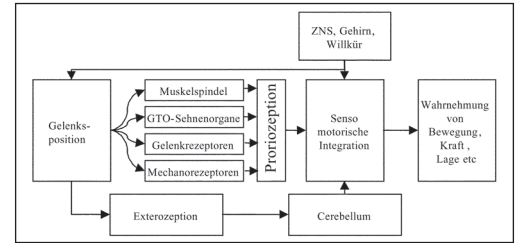
In den Gelenkkapseln, in den Ligamenten, aber auch in der Haut sind weitere Rezeptoren vorhanden, die über sensorische Rückmeldungen die Lage der Gelenke ermitteln oder Druck- und Zugkräfte signalisieren. In der Haut des Fußes zum Beispiel gibt es drei Mechanorezeptoren, die sensorische Signale an das zentrale Nervensystem leiten. Unter der Epidermis befinden sich die Rezeptoren der Merkel'schen Zellkomplexe, die sich langsam dem Druck und der Deformation der Haut anpassen.

Meissner'sche Korpuskel reagieren selektiv auf Vibrationen. Sie liegen direkt unter der Hautoberfläche und antworten schnell auf Signale zwischen fünf und vierzig Hertz.

Paccini Korpuskel in der subkutanen Schicht reagieren auf hochfrequente Signale zwischen 60 und 300 Hertz.

**Sensomotorische Integration**

Mit Ausnahme der Muskelspindeln besteht die Aufgabe der Mechanorezeptoren und der freien Nervenendigungen in der sensorischen



2 Verschaltungsebenen der Sensomotorischen Integration (Abb. aus Gollhofer, Lohrer, Alt, Sonderheft Propriozeption)

Rückmeldung zu einem spinalen Zwischennetzwerk. Dieses Netzwerk besteht aus zahlreichen Interneuronen, die über einfache oder mehrfache Verschaltungsebenen mit den motorischen Nervenzellen der Muskulatur verbunden sind. Unter Abstimmung von erregenden und hemmenden Rückmeldungen werden Impulse an motorische Nervenzellen weitergeleitet.

Die Propriozeption wird durch sogenannte Exterozeptionen (Sinneswahrnehmungen) ergänzt. Dazu gehören das räumliche Sehen, der Hör- und Gleichgewichtssinn, die Kopfkontrolle des cervicocephalen Überganges, die craniomandibuläre Funktion sowie die Viszerorezeption über mechanische, chemisch-sensitive oder fasziale Rezeptoren sowie die Thermorezeption (Abb. 1).

Die sensomotorische Steuerung (Efferenz) wird also aus dem Abgleich propriorezeptiver und exterozeptiver Impulse stets von zentralen Kontrollmechanismen situativ angepasst (sensomotorische Integration – „Just in Time“ – Regulation), so dass man von einem, aus vielen einzelnen Systemen bestehenden, Gesamtkommunikationssystem sprechen kann (Abb. 2).

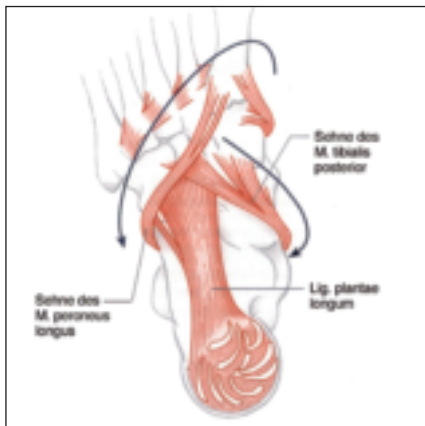
**Bandapparat und Muskelsysteme**

Das Fußgerüst ist durch Muskelzüge aktiv und durch einen außerordentlich kräftigen Bandapparat passiv in sich verspannt. Der Bandapparat des Fußes gliedert sich in drei Schichten. An der Oberfläche spannen sich die Aponeurosis plantaris, in der mittleren Schicht das Ligamentum plantare longum und in der tiefsten Schicht die plantaren Verstärkungsbänder wie zum Beispiel das Ligamentum calcaneo naviculare plantare.

Als aktives Spannungssystem wirken in erster Linie die kurzen Muskeln der Fußsohle. Ihre Anspannung unterstützt die Längsgewölbebildung, ihre Transversalkomponenten sichern außer-

<b>Die Propriozeption:</b>	<i>häufig auch Kinästhesie oder Tiefenwahrnehmung genannt, organisiert den Stellungs-, Kraft- und Bewegungssinn über die mechanische Beanspruchung ihres Rezeptorsystems. Die Information kommt aus dem eigenen Körper (Proprio-).</i>
<b>Die Exterozeption:</b>	<i>umfasst die sensorische Qualität unseres Seh-, Hör- und Gleichgewichtssinns. Die Information kommt aus der Umwelt (Extero-).</i>
<b>Die Viszerorezeption:</b>	<i>über mechanisch oder chemisch sensitive Rezeptoren wird die Empfindung der inneren Organe vermittelt.</i>
<b>Die Thermorezeption:</b>	<i>thermisch sensitive Rezeptoren melden Temperatureindrücke zurück.</i>

1 Sinneswahrnehmungen (Abb. aus Gollhofer, Lohrer, Alt, Sonderheft Propriozeption)



3 Torsions-/Abrollschlinge: M. peroneus longus und M. tibialis posterior bilden eine steigbügelartige Schlaufe unter der Fußsohle. Beim Abrollen kontrahieren diese beiden Muskeln und wirken im Sinne einer Abrollschlinge. Die Gewölbestabilität wird während des belastungsintensiven Abrollens gleich dreifach unterstützt: Torsion, Verklammerung, Anheben.

dem das Quergewölbe des Fußgerüsts.

Die langen Muskeln der Fußsohle sind besonders wichtig für die Verklammerung des Fußgerüsts zur steigbügelartigen Fußgewölbeunterstützung (Muskulus tibialis posterior, Muskulus peroneus longus, Muskulus peroneus tertius und Muskulus tibialis anterior). (Abb. 3, Abb. 4)

**Das vordere Quergewölbe bilden:**

- M. flexor hallucis brevis
- M. adduktor hallucis
- M. flexor digiti minimi

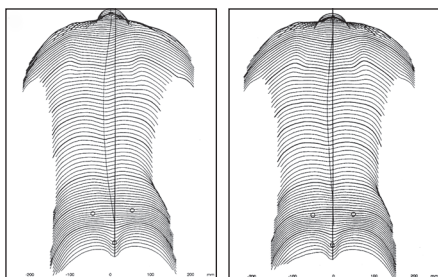
**Das mediale Längsgewölbe bilden:**

- M. flexor hallucis brevis
- M. abduktor hallucis

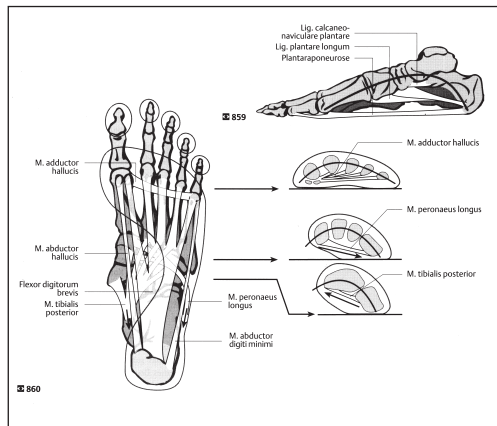
**Das laterale Längsgewölbe bilden:**

- M. flexor digiti minimi
- M. abduktor digiti minimi

Im Allgemeinen sind am normalen Fuß die Adduktoren den Abduktoren überlegen. Je mehr der Fuß proniert, desto mehr verschiebt sich dieses Verhältnis, beim Pes planus sind die Adduktoren quasi insuffizient.



6, 7 Dreidimensionale Vermessung der Wirbelsäule, links vor der Einlagenbehandlung, rechts nach der Einlagenbehandlung.



4 Die Muskeln an der plantaren Seite spannen die Wölbung bei Kontraktion wie einen Bogen. Ein muskuläres Ungleichgewicht dieser Muskelgruppen verändert die Längswölbung. Durch die rechtwinklige Abknickung von Unterschenkel und Fuß entsteht ein Winkelhebel, der der Fortbewegung dient. Unterschenkel und Fuß stellen die unterstützende Tragfläche für den Körper dar.

**Sensomotorische Einlagenversorgung**

Bei ca. 80 Prozent der Patienten einer konservativen orthopädischen Praxis findet man Störungen der Fußgewölbebildenden, den Abrollvorgang steuernden Fußmuskeln. In den meisten dieser Fälle ist eine Versorgung mit afferenzverstärkenden, sensomotorischen Sohlen möglich beziehungsweise angebracht.

Dies gilt besonders, wenn man damit nicht nur auf die Fußmuskelschwäche, sondern auch auf die Gesamthaltung und Bewegungskoordination einwirken will. Bei massiven Veränderungen der Fußform sind passive, stützende oder bettende Maßnahmen alleine oder in Kombination mit aktivierenden, afferenzverstärkenden Elementen indiziert.

Da sensomotorische Einlegesohlen auch auf den gesamten Koordinationsablauf von Haltung und Bewegung einwirken, müssen in einem orthopädischen Untersuchungsablauf das propriozeptive und muskuloskeletale System einerseits und die Exterorezeptoren andererseits in Verbindung gebracht werden. Speziell ausgebildete Orthopäden können durch einen sensomotorischen Koordinationstest (neurologische Rückmeldung des Funktionszustandes eines Muskels) den Muskel-

tonus an der Fußsohle individuell überprüfen. Dabei werden insbesondere die oben genannten kurzen und langen Fußmuskeln untersucht. Anhand des Koordinationstestes werden schwache Fußmuskeln identifiziert und die damit korrespondierenden Einlegesohlenareale auf einem entsprechenden Formblatt markiert. Wahlweise wird ergänzend ein Fußabdruck genommen. Diese umfassende Untersuchung ist mittlerweile etabliert und durch den Berufsverband der Orthopäden anerkannt.

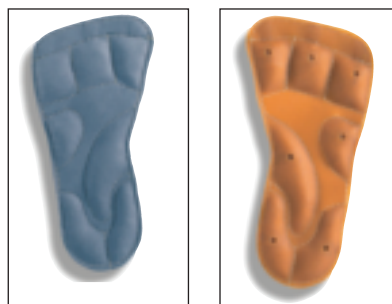
**Aufbau der Spezialeinlagen**

Afferenzstimulierende Einlagen können auf unterschiedliche Art und Weise hergestellt werden. Verbreitet sind der Aufbau der Funktionselemente in der klassischen Einlagentechnik wie auch die computergestützte Herstellung mit einer Fräse. In unserer Praxis verwenden wir die patentgeschützten Spezialeinlagen nach Frau Prof. Fusco, Italien (KS-Medical Attivo/Fa. MEDREFLEX GmbH). Sie haben 7 befüllbare, mit der Anatomie des Fußmuskelsystems korrespondierende einzelne Kammern. Nach den Aufzeichnungen des untersuchenden Orthopäden werden die Einlegesohlen hergestellt und befüllt. Parallelastisch befüllte Kammern stimulieren gezielt die schwachen Fußmuskeln. Die Dosierung wird vom Arzt individuell festgelegt und im Therapieverlauf angepasst.

Neben diesen aktiven Funktionen haben die prallelastischen Polster auch passive Eigenschaften (Stützung, Weichbettung und Freilegung von Knochen). ( Abb. 5 und 6).

**Dokumentationsverfahren**

Haltungs- und Bewegungsänderungen durch sensomotorische Spezialeinlagen werden durch das stato-dynami-



5 Einlagen nach Dr. Fusco: Oberseite (l.)/ Unterseite (r.)

sche Messverfahren der dreidimensionalen Wirbelsäulenvermessung (System Formetric) dokumentiert. Im Behandlungsverlauf werden notwendige Änderungen der Befüllungen durch die dreidimensionale Wirbelsäulenvermessung erkannt und die Wirksamkeit der Befüllungsanpassung überprüft (Abb. 6,7). **1**

**• • Anschrift des Verfassers:**

*Gregor Pfaff  
Facharzt für Orthopädie  
Haimhauserstr. 1  
80802 München*

Aus: Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, Seite 50–54

**Literatur:**

1. Lanz, v.T., Wachsmuth, W. (2004): Bein und Statik, Kopf- übergeordnete Systeme, Springer Verlag
2. Thomsen, W. (1944): Kampf der Fußschwäche, 3. Auflage Lehmanns JF München
3. Göderlein, L., Wenz, W., Schneider U. (2002): Der Knickplattfuß, Springer Verlag
4. Gollhofer A., Lohrer, H., Alt, W. (2000): Propriozeption, grundlegende Überlegung zur sensomotorischen Steuerung, Sonderheft Orthopädieschuhtechnik Propriozeption,
5. Larsen, Ch. (2003): Füße in guten Händen, Georg Thieme Verlag
6. Larsen, Ch. (2001): Spiraldynamik, Via Nova Verlag
7. Fusco, M. A. (2000): Textbook and Atlas of plantar Postorology, Scideri Editrice
8. Bricot, B. (1996): La Riprogrammazione Posturale, Sauramps Medical
9. Jäger, M. Wirth, C. J. (1992): Praxis der Orthopädie, Georg Thieme Verlag
10. Hochschild, J. (2002): Strukturen und Funktionen begreifen (LWS, Becken und Hüftgelenk, untere Extremität), Georg Thieme Verlag

11. Kendall, F., Kendall, I. (1998): Muskeln (Funktionen und Tests), Gustav Fischer Verlag
12. Nigg, B. (1999): Sporteinlagen - Ein neues Konzept, OST Sonderheft Juni 2000

**Abbildungsnachweis:**

Abbildung 3 mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlages entnommen aus: Christian Larsen: Füße in guten Händen. Spiraldynamik – programmierte Therapie für konkrete Resultate, Thieme 2003.

Abbildung 4 mit freundlicher Genehmigung des Hippokrates-Verlages entnommen aus: Reichel, Ploke: Physiotherapie am Bewegungssystem, Hippokrates 2003.

Abb. 1 und 2 aus Gollhofer, Lohrer, Alt: Propriozeption - Grundlegende Überlegungen zur sensomotorischen Steuerung. Orthopädieschuhtechnik, Sonderheft Propriozeption, 2000

Seit Jahren stehen neue Produkte der Einlagenversorgung zur Diskussion. Unter vielen Namen verbergen sich gleichartige Wirkungsziele angefangen über Nancy Hylton, neurologische Einlagen, propriozeptive Einlagen, sensomotorische Einlagen, kinesiologische Einlagen bis afferenzstimulierende und afferenzverstärkende Einlagen. Damit haben die klassischen bettenden, stützenden und korrigierenden orthopädischen Einlagen neue Wirkungsfelder hinzugewonnen, die sich auch wirtschaftlich im Gesundheitswesen auswirken. Die Indikationen werden je nach Anbieter sehr weit gestellt.

Ein jeder kennt die Erfahrung des Gangbildes im Barfußgang auf unterschiedlichen Boden- und Belagsverhältnissen und wie sich diese Informationsübermittlung der Plantarsensibilität und Tiefensensibilität auf die Körperhaltung und die Gleichgewichtsorgane auswirken. Dieses zu erfassen und in ein mögliches Diagnose-schema und eine Versorgungsempfehlung zu formen, ist gemeinsame Aufgabe der Ärzte, Physiotherapeuten und Orthopädieschuhtechniker und Orthopädietechniker.

Orthesen im Fußbereich haben damit über die primären Zielsetzungen einer statischen Kompensation vorliegender Fehlformen auch die Aufgabe der Funktionsverbesserung aller Bewegungsorgane. Dabei überrascht es nicht, dass auch Anpassungen an gegebene Veränderungen und Therapeutika eintreten. Anfangserfolge halten zum Teil über Gewöhnungseffekte

nicht an oder sind möglicherweise auch nur scheinbar zu Gunsten besserer Bewegungsmuster nicht mehr nachweisbar.

So treffen euphorische Befürworter bestimmter Orthesenanwendungen auch mit Nachweis erzielter Anfangserfolge auf entschiedene Ablehnung der kritischen Beobachter und Nachuntersucher bei nicht anhaltendem Wirkungsnachweis.

Die Voraussetzung der Kenntnis physiologischer und pathophysiologischer Abläufe der Bewegungsmuster betroffener Muskelketten bereitet oftmals sowohl bisher nicht mit den Krankheitsbildern vertrauten Ärzten als auch besonders den Technikern mit nicht ausreichender Vorbildung erhebliche Schwierigkeiten.

Dieses um so mehr, als es jeweils individuelle Gegebenheiten der Krankheitsbilder zu erfassen gilt. Die Umsetzung auf die Orthese erfordert sehr viel Erfahrung im Umgang mit den Materialien. Kochrezeptartige Muster können nicht angewendet werden.

Der Blickwinkel ist vom Fuß auf die gesamten Bewegungsorgane zu richten. Die vielfach angewendete Betrachtungsweise statischer Vorgänge bei der Indikationsstellung – bettend, stützend und korrigierend – muss durch die Erfassung der Bewegungsabläufe, der Muskelketten und der Bewegungsmuster erweitert werden. Damit wird die Befunderhebung und Dokumentation besonders bedeutsam, da die Einwirkung der Orthese überprüft und häufig auch korrigiert werden muss.

Sensomotorische Vorgänge zu erfassen



und zu dokumentieren erfordert Sorgfalt und Zeit. Dieser Aufwand schlägt sich auch in der Kostenaufstellung nieder. Die gesetzlichen Krankenkassen lehnen allerdings häufig unter Hinweis auf die Beurteilung des Medizinischen Dienstes der Krankenkassen die Kostenübernahme ab. Als Begründung wird angegeben, der Wirksamkeitsnachweis sei nicht ausreichend belegt.

In der Tat trifft man bei der Durchsicht der inzwischen recht vielfältigen Literatur auf nur wenige wirklich aussagekräftige Analysen und prospektive Studien. Dieses liegt in wesentlichen Teilen daran, dass die physiologischen und anatomischen Gegebenheiten mit ihren Varianten nicht ausreichend bekannt sind oder berücksichtigt werden. Orthopädische Kenntnisse sind mit physiologischen und physikalischen Vorgängen zu paaren. Schon allein die unterschiedlich reagierenden anatomischen Vorfußformvarianten in Verbindung mit den bereits nach Wachstumsabschluss beginnenden alters- und be-

lastungsabhängigen Gewebs- und Formveränderungen erschweren die Diagnostik und anzusetzenden Therapiemaßnahmen.

In den mir bekannten Publikationen wird jedoch auf diese Voraussetzungen überhaupt nicht eingegangen. Es wird über den Normalfuß geschrieben, ohne zu definieren wie der Normalfuß gestaltet sein soll – ohne Altersangabe, ohne Körperstatur. Ähnlich wird mit der elektronischen Druckverteilungsmessung verfahren.

Die durch die Maßnahmen erzielten Wirkungen werden nicht auf Form- und Altersvarianten bezogen, sondern nur pauschal als wirksam bezeichnet. Auch fehlen klar gegliederte Langzeitbeobachtungen, wie sie gerade bei den Fußorthesen dringend erforderlich

wären. Der „Beratungsausschuss der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädischen Chirurgie für das Handwerk Orthopädieschuhtechnik“ hat sich in seiner Sitzung am 24. Januar 2004 eingehend durch drei Referenten informieren lassen und die Problematik diskutiert. Diese Referate finden sich auch in diesem Sonderheft (Hafkemeyer, Hoffmann, Pfaff). Darüber hinaus beleuchten weitere Beiträge das Thema aus wissenschaftlicher und klinischer Sicht. Sie sollen dazu beitragen, die Diskussion um diese Versorgung zu befruchten und Wege zu einer wissenschaftlichen und praktischen Erschließung dieser Versorgungstechnik zu weisen.

Bis diese Einlagen zu einer von medizinischer Seite und von Seiten der

Kostenträger voll anerkannten Versorgungstechnik werden, muss sicher noch viel Arbeit geleistet werden. Der Beratungsausschuss erarbeitet derzeit eine Stellungnahme zu dieser Art Einlagen. Schon jetzt ist abzusehen, dass bei den komplexen Vorgängen nur eine Teamarbeit aussagekräftige und verwendbare Ergebnisse erwarten lässt. ]

Dr. Jürgen Eltze  
Vorsitzender des Beratungsausschusses für das Orthopädieschuhmacherhandwerk der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)

Aus: Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, Seite 5

# Afferenzverstärkende Einlagen zur Therapie des funktionellen spastischen Spitzfußes

**Ulrich Hafkemeyer, Daniela Poppenborg, C. Müller-Gliemann: An der Klinik für Technische Orthopädie in Münster konnte in einer Studie gezeigt werden, dass durch afferenzstimulierende Einlagen eine Veränderung wesentlicher Gangparameter erreicht werden kann. Voraussetzung für einen positiven Effekt ist jedoch immer die befundorientierte und individuelle Indikation.**

Afferenzverstärkende („propriozeptive“) Einlagen zeigen in der Behandlung des funktionellen Pes equinus bei Kindern mit infantiler Cerebralparese (ICP) eine Wirksamkeit in Bezug auf die Standphase, die Doppelstandphase und die Einzelstandphase (Schwungphase). Während unter Nutzung der speziellen Einlagen die Stand- und Doppelstandphase sich

verlängert, kommt es zu einer Verkürzung der Schwungphase. Wir konnten im Einzelnen eine Verlängerung der Fersenkontaktzeiten, eine Vergrößerung der plantaren Belastungsfläche sowie eine verbesserte zeitliche Differenzierung zwischen Zehen- und Fersenkontakt beobachten.

Die tendenzielle Veränderung der vorgenannten Parameter ließ sich in Einzelfällen bereits beim Tragen von Schuhen ohne Einlagen beobachten und wurde unter Nutzung von Schuhen mit den afferenzverstärkenden Einlagen weiter verstärkt. Festgestellt werden konnten jedoch gegenteilige Wirkungen bei Kindern mit ICP und funktioneller Spitzfüßigkeit. Daher kann zum jetzigen Stand der Untersuchung keine allgemeine Wirksamkeit der Einlagen konstatiert werden. Die Indikation muss individuell gestellt werden.

## Material und Methode

In der vorgestellten Studie befinden sich insgesamt 20 Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 3 und 18 Jah-





Beispiel einer afferenzstimulierenden Einlage

ren, die an einer infantilen Cerebralparese erkrankt sind und das klinische Bild einer spastischen Di- oder Hemiparese zeigen. Bei den Diparesen finden sich sowohl weitgehende Symmetrien der betroffenen Extremitäten, aber auch teilweise deutliche Seitenbetonungen. Alle in die Studie eingeschlossenen Patienten sind selbstständig frei steh- und gehfähig.

Gemessen wurde mit dem GAITRite-System, das in der Lage ist, Raum-Zeit-Parameter zu erfassen und auszuwerten. Dabei handelt es sich um eine elektronische Gangmatte, die drucksensitiv reagiert, die Länge der Einzel- und Doppelschritte misst, die Schrittbreite sowie Innen- und Außenrotationswinkel bestimmt, die Schrittfrequenz erfasst und die Dauer der Einzel- und Doppelschritte sowie der Einzel- und Doppelstandphasen berechnet. Zusätzlich ist die Geschwindigkeit als kombinierter Parameter mit diesem System erfassbar. Von besonderem Interesse für diese Untersuchung sind weiterhin die Kontaktzeichen von Vor- und Rückfuß.

#### Messprotokoll

Es umfasst folgende Messsituationen:

- Barfuß
- mit Schuhen ohne Einlagen
- mit Schuhen mit afferenzverstärkenden Einlagen

Die Reihenfolge dieser drei Situationen wurde variiert und beginnt zu meist mit der Versorgung, die das Kind beim Betreten des Ganglabors trägt.

#### Ergebnis

Beim Vergleich vom Barfußgang mit dem Gang mit Schuhen ohne Einlagen beobachten wir eine Zunahme der Stand- und Doppelstandphasen und eine Abnahme der Einzelstandphasen (Schwungphasen).

Bei Kindern mit einem spontanen Fersenbodenkontakt ist eine Verlängerung der Fersenkontaktzeiten sowie eine Zunahme der zeitlichen Differenz zwischen Zehen- und Fersenkontakt zu beobachten. Diese Unterschiede sind sowohl zwischen Barfußgang und dem Tragen von Schuhen ohne Einlagen zu erkennen, aber auch zwischen dem Tragen von Schuhen ohne und mit Einlagen.

#### Fazit

Zum jetzigen Zeitpunkt der Untersuchung ist eine Wirksamkeit der afferenzverstärkenden Einlagen bei einer Vielzahl der untersuchten Kinder festzustellen. Daraus lässt sich jedoch keine allgemeine Wirksamkeit der Einlagen ableiten. Die Indikation sollte daher befundorientiert und individuell gestellt werden!

Die bei der klinischen Untersuchung beobachtete Harmonisierung des Gangbildes konnte durch die Messmethode zum Teil bestätigt werden. Die von den Eltern geschilderten teilweise sehr positiven Beobachtungen wie die Verbesserung der Ausdauer, verbesserte Konzentration und die positive Beeinflussung der Sprache lassen sich jedoch mit dem GAITRite-System nicht objektivieren. ]

#### ● ● Anschrift für die Verfasser:

Dr. Ulrich Hafkemeyer  
Klinik und Poliklinik für  
Technische Orthopädie  
Robert-Koch-Straße 30  
48149 Münster

Aus: Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, Seite 64–65

#### Literatur

- Brinckmann P. (1981) Die Richtung der Fußlängsachse beim Gehen. *Z Orthop* 119: 445–448
- Chodera J.D., Levell R.W. (1973) Foot Print Pattern during walking in Kennedy, Ed: *Perspectives in Biomed. Engineering*. Pp 81–90
- Hafkemeyer U., Möller M., Wetz H.H. (2002) Afferenzverstärkende (propriozeptive) Einlagen. *OT* 6: 518–521
- Hafkemeyer U., Poppenborg D., Drerup B., Möller M., Wetz H.H. (2002) Improvements of Gait in paraplegic patients using proprioceptive insoles. *Gait and Posture*, Volume 16, Supplement 1, 157–158. ISSN 0966-6362
- Mommsen F. (1933) Die Änderung des menschlichen Ganges unter der Einwirkung orthopädischer Hilfsmittel. *Verhandlungen der deutschen orthopädischen Gesellschaft*. 27. Kongress der deutschen orthopädischen Gesellschaft in Mannheim, 271 ff.

# Die Postoperative Versorgung mit afferenzstimulierenden Einlagen bei ICP und angeborenem Klumpfuß

**Peter Bernius:** *Durch eine operative Behandlung bei ICP sollen Muskelkontrakturen und knöcherne Deformierungen korrigiert werden. Der Einsatz afferenzstimulierender Einlagen nach der Operation zeigt meist einen deutlichen positiven Effekt auf die Tonusverhältnisse der Muskulatur und trägt so wesentlich zum Erhalt und zur Stabilisierung der Korrektur bei. Die Erfahrungen mit den Einlagen haben auch dazu geführt, dass eine knöcherne Korrektur des spastischen Spitz-Knick-Fußes im Rahmen des Ersteingriffes nur noch selten durchgeführt wird.*

Die postoperative Versorgung von Kindern mit ICP befindet sich in einem stetigen Wandel. Waren vor Jahren lange Zeiten der Immobilisation die Regel, so gibt es heutzutage immer mehr Zentren, die auf eine frühfunktionelle Nachbehandlung setzen. Dies trägt dem Prinzip Rechnung, dass bei Kindern mit infantiler Cerebralparese primär nicht die Statik, sondern im Wesentlichen die Funktion gestört ist und verbessert werden soll. Erst sekundär entwickeln sich durch die fehlende Funktion Probleme in der Statik.

Im Zentrum für Kinderorthopädie im Orthozentrum München versuchen wir dieses Prinzip der Funktionsverbesserung durch frühfunktionelle Nachbehandlung in der postoperativen Phase konsequent in allen Bereichen umzusetzen. Wichtig ist für uns deshalb, schon bei der Operationsplanung Verfahren zu wählen, die eine sofortige oder frühe Belastung erlauben.

Für die Behandlung von Fuß- und Beinproblemen vermeiden wir deshalb möglichst eine Ruhigstellung im zirkulären Gips oder in einer starren Orthese. Dies ist bei fortgeschrittenen sekundären Deformierungen des Fußskeletts aber leider manchmal nicht möglich.

Primäres Problem bei der Cerebralparese ist die gestörte zentrale Steuerung der Muskulatur mit einer hieraus folgenden muskulären Schwäche. Be-

sonders zwei- und mehrgelenkige Muskeln zeigen im Weiteren eine spastische Tonuserhöhung, die neben der muskulären Schwäche auf die Funktion Einfluss nimmt. So entwickeln sich während des Wachstums immer ausgeprägte Muskelungleichgewichte, die die Entwicklung von sekundären Muskelkontrakturen begünstigen. Tertiär können darüber hinaus Deformierungen des Fußskeletts entstehen. Durch eine operative Behandlung sollen die sekundären Muskelkontrakturen und eventuell die hierdurch bedingten tertiären knöchernen Deformierungen korrigiert werden.

Verkürzungen der Weichteile bestehen immer bei ICP im Bereich des Muskelbauches und nicht im Sehnenverlauf. Sie werden am besten durch eine intramuskuläre Verlängerung korrigiert. Durch den gestörten Muskelzug verändert sich die Knochenform im Skelettwachstum. Solche Veränderungen sollten durch entsprechende Umstellungsosteotomien normalisiert werden (Evans, Lambrinudi, Chevron, Akin). Alle vorhandenen Deformierungen sollten im Interesse der Kinder auf einmal operiert werden (Multi-Level-Eingriffe).

Anschließend muss aber unbedingt versucht werden, die primär gestörte Steuerung zu beeinflussen, sonst wird das erreichte OP-Ergebnis nur von kurzer Dauer sein.

## Afferenzstimulierung erhält und stabilisiert Korrektur

Die zentrale Steuerung der Muskulatur ist keine unveränderbare Größe, sondern unterliegt einer ständigen Beein-

flussung. Die Propriozeption spielt dabei als ein beeinflussbarer Faktor mit. Seit Jahren wird dies unterschiedlich erfolgreich mit speziellen Fußbettungen in Einlagen und Orthesen durchgeführt. Zeigen Kinder mit ICP bei Steh- und Laufbeginn eine rein tonische Spitzfußhaltung unter Belastung, so kann dies mit entsprechenden Einlagen in der Regel völlig korrigiert werden. Sind die später sich entwickelnden Kontrakturen durch Operation beseitigt, haben wir wieder die Situation erreicht, dass passiv freie Beweglichkeit besteht. Dann ist auch wieder der Einsatz der Einlagen sinnvoll. Postoperativ ist die fußstabilisierende Muskulatur meist sehr geschwächt, so dass nur durch eine kräftige Stimulation die Muskulatur ausreichend wirken kann.

Bei Kindern mit ICP vom Typ einer Tetraparese überwiegt die Zahl der Knickfüße, bei Hemiparesen dagegen die Klumpfußfehlhaltung. Bei überwiegender Schwäche des M. tibialis posterior ist eine Aktivierung über eine kräftige Sustentaculumstütze mit Druck auf das Retinaculum flexorum notwendig. Bei fehlender Fußaußenrandhebung benötigen die Füße eine Stimulation der peronealen Muskulatur durch einen Pronationskeil mit Druck auf die Peronealsehnscheide.

In der postoperativen Phase führen wir bei reinen Weichteil-Operationen eine Ruhigstellung im zirkulären Softcastverband für 5 Tage durch. Direkt hiernach wäre eine Einlagenfertigung wünschenswert. Aufgrund der heute schwierigen Finanzlage der gesetzlichen Krankenkassen gestaltet sich die Genehmigung jedoch sehr schwierig. Es vergehen mindestens vier, häufig auch mehr Wochen bis zum Erhalt der Kostenübernahmezusage. In dieser Zeit tragen unsere Patienten semirigide abnehmbare Unterschenkel-schienen bei deutlicher Muskelschwäche und Instabilität der Fußwurzelgelenke oder knöchelübergreifende Therapieschuhe bei geringer Instabilität.





### Indikation für Einlagen wurde erweitert

In der Vergangenheit ohne afferenzstimulierende Einlagen haben wir häufig gesehen, dass die präoperative Muskelbalance sich mit dem nächsten Wachstumsschub wieder einstellt. Zu Beginn des Einsatzes von afferenzstimulierenden Einlagen nutzten wir sie besonders beim ausschließlichen tonischen Spitzfuß und beim leichten Knickfuß. Bei schweren Instabilitäten stabilisierten wir mit Sprunggelenksorthesen.

Durch die unerwartet guten Erfahrungen sind wir aber dazu übergegangen, auch schwerere Instabilitäten mit Einlagen zu versorgen. Dabei ist es erforderlich die Pelotten entsprechend dem Grad der Muskelschwäche zu erhöhen. Auch bei extremen Pelotten bis über 3 cm Höhe sahen wir dabei keine Druckprobleme, solange die Positionierung richtig gewählt war.

Doch gilt im gleichen Maß wie bei der Orthesenversorgung: „Die mögliche Korrektur durch das Hilfsmittel ist niemals größer als die manuelle Korrigierbarkeit durch den untersuchenden Arzt.“ Dieser Grundsatz wird leider immer wieder missachtet. Die operative Behandlung muss deshalb unbedingt physiologische Beweglichkeit in den Gelenken erreichen.

Bei Kindern mit ICP sollte dabei immer die Gesamtbewegung der Beine beachtet werden. Operationen die nur die Füße korrigieren, Kontrakturen an Knie und Hüften und Achsfehler der Beine aber belassen, werden niemals zu einem Erfolg führen.

Seit Ende 2002 haben wir im Zentrum für Kinderorthopädie im Orthozentrum München über 300 Kinder mit ICP meist in Form von Multi-Level-Operationen behandelt und postoperativ mit afferenzstimulierenden Einlagen versorgt. Die Auslieferung erfolgte meist zwischen der sechsten und achten Woche postoperativ. Die

Akzeptanz der Einlagen von Seiten der Kinder war sehr gut. Weniger als fünf Prozent klagten über die erste Woche hinaus über Druckprobleme. In diesen Fällen musste in der Regel die Sustentakulumstütze erhöht werden. Nur in wenigen Fällen musste eine zu weit vorne unter dem Taluskopf sitzende Pelotte nach hinten unter das Sustentakulum rückversetzt werden.

### Knöchelkorrekturen seltener nötig

In der Langzeitkontrolle von inzwischen etwa 200 Kindern über ein halbes Jahr nach Operation zeigte sich eine bessere muskuläre Stabilisierung in über 50 Prozent auch im Barfußstand.

Durch diese sehr positiven Erfahrungen haben wir unser Behandlungskonzept geändert und führen eine knöchelkorrektur des spastischen Spitz-Knick-Fußes im Rahmen des Ersteingriffes nur noch selten durch.

Heute korrigieren wir primär die Wadenmuskelverkürzung im Rahmen eines meist Multi-Level-Weichteil-OP-Programms und versorgen den Knickfuß mit einer supinierenden Einlage. Nur wenn sich der Rückfuß hierunter nicht innerhalb eines Jahres stabilisiert und aktiv aufrichtet, überdenken wir die Indikation zur Calcaneusverlängerung nach Evans erneut.

### Afferenzstimulierende Einlagen auch nach Klumpfußoperation

Auch die Behandlung des kongenitalen Klumpfußes hat in den letzten Jahren einen erheblichen Wandel erfahren zu mehr Funktion und Bewegung. Dies begann mit einer Änderung der präoperativen Redressionsbehandlung in Richtung Dimeglio-Methode. Auch die postoperative Gipsruhigstellung wurde verkürzt und teilweise verlassen.

Die operative Behandlung des angeborenen Klumpfußes umfasst unabhängig vom Ausmaß der Deformierung eine Lösung des oberen und unteren Sprunggelenks im Rahmen der Primäroperation. Bei Rezidiveingriffen werden bereits eingetretene Sekundärdeformierungen der Knochen gegebenenfalls mitkorrigiert (Kuboidkeilentnahme, aufklappende Cuneiforme-Osteotomie, Dwyerosteotomie).

In der Einlagen- und Orthesenversorgung versuchen wir ebenfalls kon-

sequent mehr „richtige Bewegung“ zuzulassen, indem wir seit Ende 2002 starre, Bewegung behindernde 3-Punkt-Einlagen zu Gunsten afferenzstimulierender Einlagen ausgetauscht haben, entsprechend dem orthopädischen Grundprinzip „Form follows Function“. Durch eine Einschränkung der Abrollfunktion müssen wir demnach unser eigenes Rezidiv provozieren. Nach anfänglicher Skepsis sind wir inzwischen von diesem Prinzip selbst überzeugt.

Seit Ende 2002 haben wir 15 Kinder nach primärer und 25 Kinder nach sekundärer Klumpfuß-OP mit afferenzstimulierenden Einlagen versorgt. Im Gegensatz zu herkömmlichen 3-Backen-Einlagen hat sich hierunter die passive Beweglichkeit im Verlauf über mindestens 6 Monate signifikant gebessert und das klinische Abrollbild nach subjektiver Beurteilung durch die Eltern und betreuenden Therapeuten verbessert.

### Zusammenfassung

Der Einsatz afferenzstimulierender Einlagen zeigt bei Kindern mit ICP meist einen deutlichen positiven Effekt auf die Tonusverhältnisse der Muskulatur, solange keine wesentlichen sekundären und tertiären Deformitäten vorliegen. Ihre Akzeptanz bei den Kindern ist fast immer besser als die starrer Orthesen.

Nach operativer Behandlung von Sekundär- und Tertiärveränderungen wurden bisher meist starre Orthesen eingesetzt. Unsere Erfahrungen mit afferenzstimulierenden Einlagen geben Anlass zu der Vermutung, dass eine dynamische, muskelaktivierende Versorgung mindestens gleichwertig, wenn nicht sogar überlegen ist. Durch randomisierte Studien sollte dies in Zukunft hinterfragt werden. ]

Aus: Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, Seite 50–54, 66–68

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Peter Bernius  
Chefarzt  
Zentrum für Kinderorthopädie  
Orthozentrum München  
Harlachinger Str. 51  
81547 München