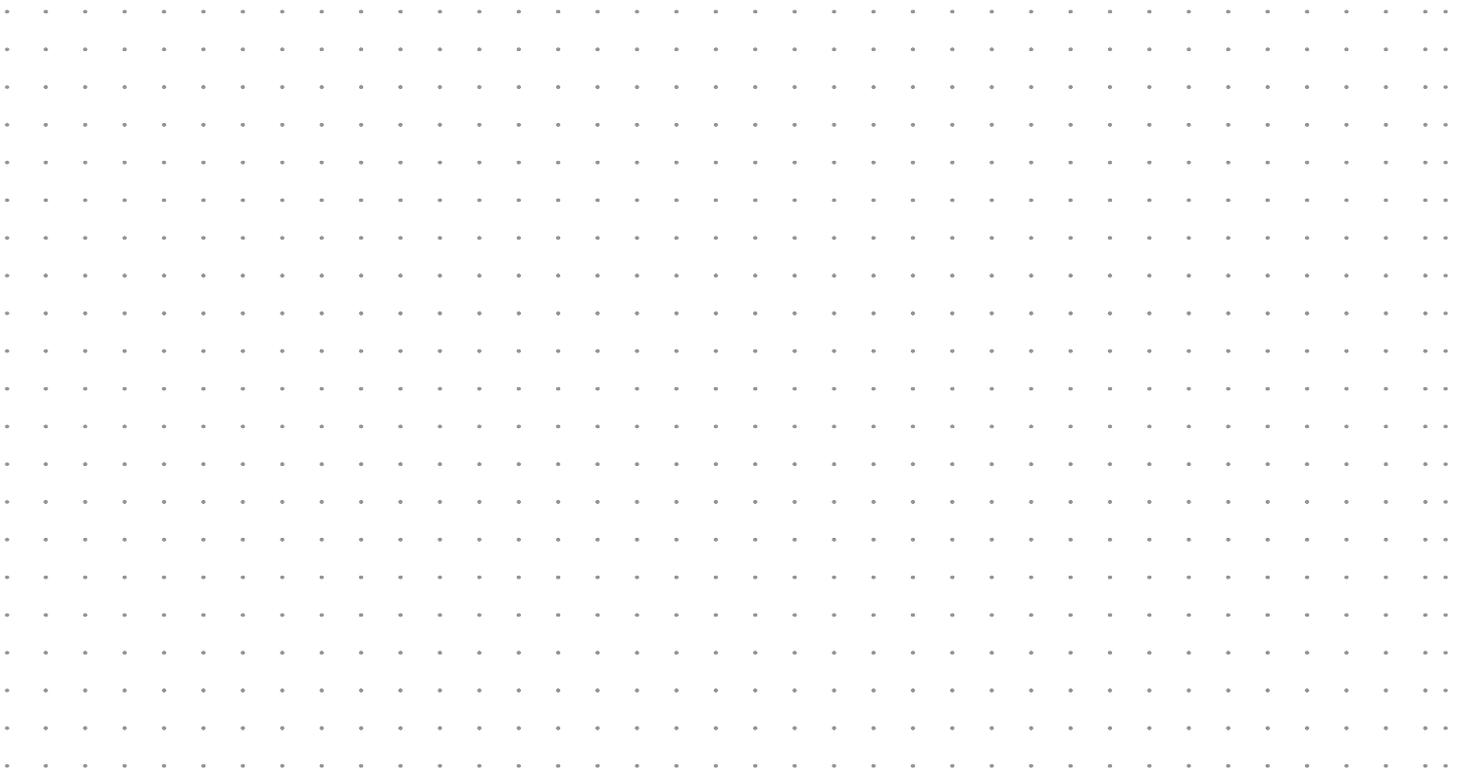


Fachliteratur Orthetik

MOT-Preis 2005

**Behandlung des reversiblen dynamischen Spitzfußes
mittels Unterschenkelorthesen mit ringförmiger Fußfassung**

M. Baise, K. Pohlig, MOT 2005/3, Gentner Verlag Stuttgart





BEHANDLUNG DES REVERSIBLEN DYNAMISCHEN SPITZFUSSES MITTELS UNTERSCHENKELORTHESEN MIT RINGFÖRMIGER FUSSFASSUNG - Ergebnisse bei Kindern mit infantiler Zerebralparese -

**Dr. (B) Monique Baise,
OTM Kurt Pohlig**

Einführung und Grundlagen

Bei einem reversiblen Spitzfuß wird konservativ überwiegend ein Redressionsgips angelegt. Anschließend werden üblicherweise dorsale oder seitliche Nachschienen aus Polyäthylen verwendet (BAUMANN, 1992). Auf diese Weise hofft man, die Spitzfußfehlstellung durch Dehnung der verkürzten Muskeln und Sehnen beseitigen oder aber Rezidiven vorbeugen zu können. Die Ergebnisse einer solchen Behandlung waren jedoch unbefriedigend, denn mit den bekannten Hilfsmitteln war weder eine maximale Dehnung der Weichteile noch eine intraartikuläre Reposition im Rückfuß zu erreichen. Deshalb sind wir dazu übergegangen, unsere Patienten nach dem Konzept der Ringorthese zu versorgen. Die Orthesen sind mit einer ringförmigen Fußfassung ausgestattet, die den Fuß in der Orthese verriegelt und mittels dorsaler Anlage am Unterschenkel - über einen Umkrümmungspunkt - im oberen Sprunggelenk korrigiert. Nur mit einer solchen Konstruktion ist es möglich, den Fuß in der anatomisch und physiologisch korrekten Stellung zu halten sowie gleichzeitig den erheblichen Dehnungswiderstand zu überwinden. Die Orthese ist so konzipiert, dass ein Dreipunktkorrekturprinzip wirksam wird: mit Abstützung an der Wade, am Fußristbereich und am Vorfuß. Dadurch - und nur in Verbindung mit der ringförmigen Fußfassung - wird der Fuß besonders gut in der

Orthese gehalten (DÖDERLEIN et al., 2003). Eine Überkorrektur oder gar eine Fehlstellung des Fußes in der Versorgung wird verhindert (Abb.1a / 1b).

Der Spitzfuß Ätiopathogenese

Zentrale Koordinationsstörungen können an der Reaktion der Füße schon sehr frühzeitig erkannt werden. Auch bei leicht betroffenen Kindern können die einzelnen Zehen nur in deutlich vermindertem Maß bewegt werden: Eine aktive Pro- oder Supinationsbewegung ist nur schwer oder auch gar nicht möglich. Gleiches gilt für die Fußhebung bei Stimulation der Fußsohle. Erkennbar ist dies am besten, wenn das Knie gestreckt ist. Die betroffenen Füße können auf einen schwachen Reiz unter der Sohle nicht mit einer isolierten Bewegung des Sprunggelenks antworten. Die Fußhebung wird in solchen Fällen mit einer Beugung von Knie und Hüfte zu einer Massenbewegung vereint. Auf Reize im Bereich der Zehen wird nicht mit isolierten Bewegungen geantwortet, sondern mit den Haltungsmustern der tonischen Greifreflexe und der totalen Über-

streckung im Sinn des „Babinski-Reflexes“. Die bevorzugten Massenbewegungen äußern sich meistens, wenn auch nicht immer, durch ihren Streckcharakter.

Die Schwierigkeit, bei gestrecktem Knie aktiv den Fuß zu heben, sowie der übersteigerte Greifreflex bei den Zehen führen im Laufe der Zeit zu einem Spitzfuß - und zwar zu-

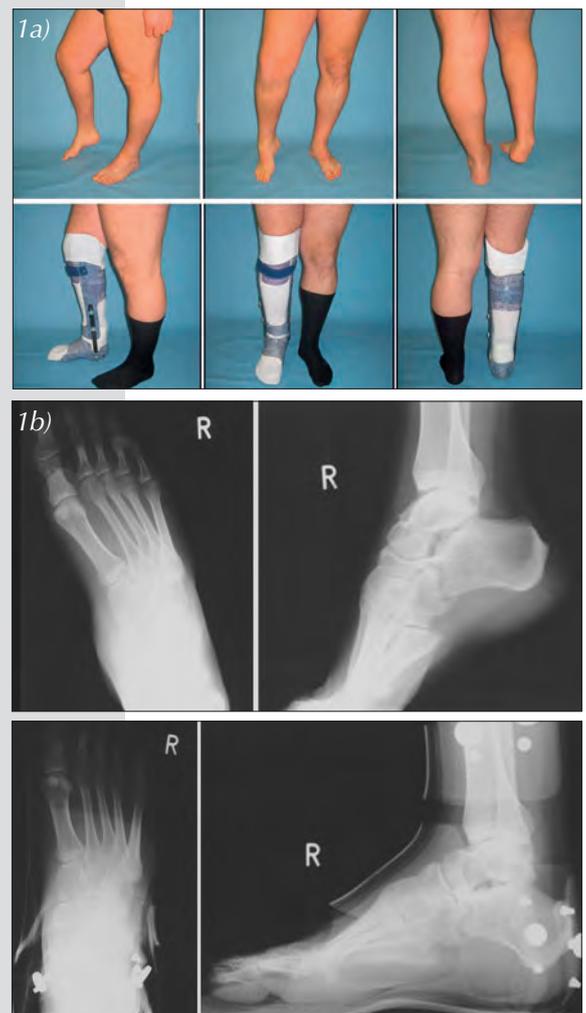
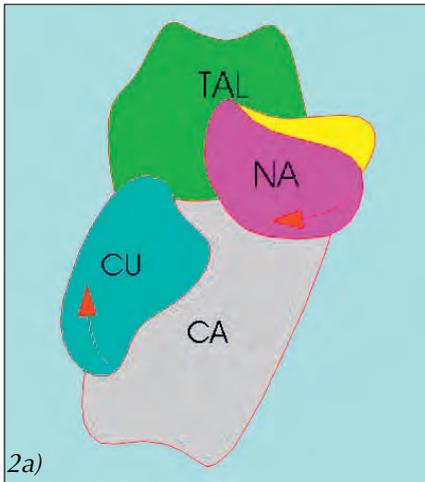
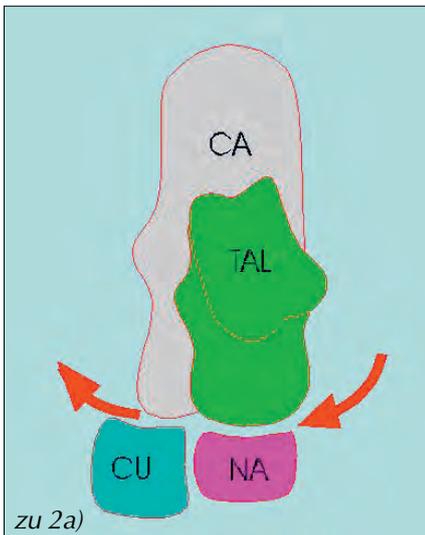


Abb. 1:
1a) Reversibler Spitzklumpfuß re. ohne / mit Orthese, bei Hemispastik re. mit Hemiathetose
1b) oben: Reversibler Spitzklumpfuß,
unten: Anatomische Reposition mit Orthese

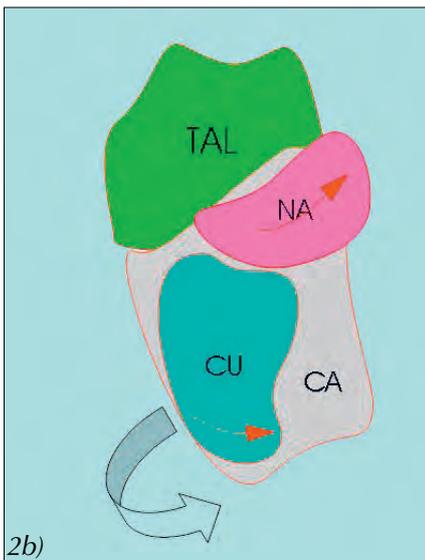
1. MOT-Preis 2005



2a)



zu 2a)



2b)

Abb. 2: Schema Rückfuß, Frontal- und Horizontalansicht

2a) Biomechanik des Rückfußes bei Eversion n. Groulier

2b) Biomechanik des Rückfußes bei Inversion n. Groulier

nächst immer dynamisch. Zurückzuführen ist dies auf die Einwirkung der tonischen Streck- und Greifreflexe (FELDKAMP, 1988).

Biomechanik

Bei Belastungen kann der Spitzfuß wegen unterschiedlicher Zugkräfte sowohl in eine Valgus- als auch in eine Varus-Fehlstellung ausweichen.

Die Valgus-Komponente des Rückfußes ist die häufigste Fehlstellung bei Kindern mit spastischer Diplegie. Durch den spastischen Zug der Achillessehne gerät der Kalkaneus in eine Valgus-Abweichung. Er rotiert unter den Talus. Dieser wiederum hat die Abstützung in Höhe des Sustentaculum tali verloren und kippt nach plantar. Das untere Sprunggelenk stellt sich neu ein. Die Kompromiss-Achsen der Gelenkflächen von Talus und Navikulare sowie des Kalkaneo-Kuboidgelenks verlaufen vermehrt parallel. Dadurch wird der Fuß flexibler und weicher (FELDKAMP, 1989). Aufgrund seines Rotationsdefizits folgt der Vorfuß der Valgus-Abweichung im Rückfuß, so dass sich eine Abduktions-Fehlstellung ergibt. Dabei wandern die spastisch verspannten langen Zehenflexoren in der Pronationshaltung nach lateral und ziehen die Zehen in die Abduktions-Fehlstellung (FELDKAMP, 1986). Bei der Eversion liegt der Kalkaneus plantar auf seinem medialen Rand. Seine Tuberositas anterior dreht sich nach außen. Im Chopartgelenk bewegen sich Navikulare und Kuboid - gegenüber Talus und Kalkaneus - in Abduktion und Adduktion. Gleichzeitig findet eine axiale Rotation statt. Beim Knickplattfuß dreht sich das Navikulare nach unten und das Kuboid nach oben. Diese beiden Knochen tendieren zusätzlich nach lateral (GROULIER, 1987). Das Chopartgelenk und das untere Sprunggelenk bestimmen die Ausrichtung des Vorfußes. Die-

ser geht bei Bewegung nach lateral in eine Abduktionsfehlstellung (Abb. 2a / 2b). Die mediale Längswölbung ist abgeflacht. Diese Entwicklung zeigt den Zusammenhang der Fehlstellung mit dem tonischen Greifreflex des Fußes. Die Fußsohle reflektiert die intrinsische Muskelinsuffizienz durch Weichheit und Reliefverlust (FELDKAMP, 1985).

Die Varus-Komponente des Rückfußes zeigt sich überwiegend bei spastischer Hemiplegie oder Athetose. Der Spitzklumpfuß äußert sich durch eine Varusstellung der Ferse mit begleitender Adduktion/Supination des Vorfußes. In Spitzklumpfußfehlstellung liegt der Kalkaneus auf seinem lateralen Rand. Er dreht sich in der Frontalebene in Innenrotation, in der Transversalebene nach medial und kippt in der Sagittalebene nach plantar, so dass der anteriore Anteil zum oberen Sprunggelenk unter den Taluskopf und -hals gleitet. Posterior zum oberen Sprunggelenk bewegt sich die Tuberositas calcanei zum Außenknöchel mit einer Rotation nach lateral und kranial. Der Talus folgt der Bewegung mit einer lateralen Rotation (TACHDJIAN, 1990). Das Navikulare dreht sich nach oben und das Kuboid nach unten. Diese beiden Knochen tendieren zusätzlich nach medial. Die Längsachsen der Gelenkflächen von Talus, Navikulare sowie des Kalkaneus und Kuboid verlaufen divergent. Dadurch wird der Fuß unflexibler und starrer (GROULIER, 1987).

Funktionelle Auswirkungen

Die verkleinerte Unterstützungsfläche erschwert im Stand die Balance. Leichte Spitzfüße werden oft durch eine Knierückbildung ausgeglichen. Diese führt zu einer Verschlechterung der Gesamtstatik mit übersteigter Hüftbeugung



Abb. 3: Manuelle Korrektur Spitzknickfuß, Spitzklumpfuß; 3a) Spitzklumpfuß bei Hemispastik; 3b) Manuelle Korrektur des Spitzklumpfußes; 3c) Spitzknickfuß bei Hemispastik; 3d-f) Manuelle Korrektur des Spitzknickfußes

und kompensatorischem Hohlkreuz. Häufig geht mit dem Spitzfuß eine Kniebeugehaltung einher. Sie kann mechanisch durch Anspannung der Gastrocnemiusköpfechen, funktionell durch Bewegungsbereitschaft im Knie aufgrund der Fußstarre erklärt werden kann. Daraus resultiert eine allgemeine Unsicherheit in der Balance. Wegen der Inflexibilität des spastischen Spitzfußes muss die Schubkraft die Fortbewegung aus den Knien oder Hüften heraus erzeugen. Die proximale Verlagerung der Schubkräfte ist unrationell. Die verminderte Unterstützungsfläche zeichnet gleichzeitig für die Instabilität des Gangs verantwortlich. Die Schrittlänge reduziert sich. Die Valgusabweichung der Zehen wird unterstützt. Die Bodenreibung der Zehen verstärkt die Abweichung der Vorfüße im Abduktions- oder

Adduktionssinn mit entsprechender Rotationsfehlstellung der Hüfte (FELDKAMP, 1988).

Konservative Therapie Indikation

Eine konservative Therapie zur Spitzfußbeseitigung mittels Unterschenkelorthese ist beim dynamischen und reversiblen Spitzfuß indiziert.

Unter funktionellen Gesichtspunkten eignet sich das Orthesensystem besonders für gehfähige - oder potenziell gehfähige - Kinder sowie für Schwerstbehinderte, so dass das Körpergewicht beim Transfer oder in der Stehhilfe übernommen werden kann.

Als Voraussetzung für den Erfolg muss der Fuß im oberen Sprunggelenk, sowohl bei gebeugtem als

auch bei gestrecktem Kniegelenk, passiv mindestens auf 90°, also in die Mittelstellung oder darüber hinaus, korrigiert werden können.

Bei dem auf dem Rücken liegenden Patienten ist zunächst das Kniegelenk auf 90° anzubeugen. Beim Korrekturgriff ist darauf zu achten, dass die Valgus- oder Varus-Fehlstellung des Rückfußes zu Beginn intraartikulär bereinigt wird.

Beim Spitzknickfuß muss die Tuberositas posterior calcanei von oben nach unten und nach medial rotiert werden. Beim Spitzklumpfuß wird der Talus dagegen nach medial derotiert, wenn die Tuberositas posterior calcanei von unten nach oben und nach lateral gedreht wird, womit sich die Tuberositas calcanei von der distalen Fibula entfernt (BAISE, 1994; BAISE, 1996; POHLIG et al., 1994; BAISE et al., 2004).

Anschließend wird das obere Sprunggelenk in Dorsalextension bewegt. In dieser Position wird die Fußstellung nach Überwindung des spastischen Widerstands in Winkelgraden gemessen. Dann muss das Kniegelenk gestreckt werden; dabei wird die Korrekturstellung des Fu-

ßes weiterhin mit der Hand gehalten. Der Fuß darf sich nicht in eine Spitzfußstellung bewegen. Zur Beurteilung der Spitzfußkorrektur ist der Winkel an der Außenseite zwischen Unterschenkel und lateralem Fußrand erneut zu messen (Abb. 3a-3f).

Kontraindikation

Wenn eine fixierte Fehlstellung vorliegt, sollte von einer Korrektur des Spitzfußes mit einer Orthese Abstand genommen werden. Ist an der Spitzfußkontraktur - nach vorangegangener subtalarer Korrektur - nur der M. gastrocnemius beteiligt, wie dies bei spasti-

scher Diplegie oft der Fall ist, lässt sich der Spitzfuß bei Flexion des Kniegelenks zwar beseitigen, doch bei gestrecktem Knie wird die Mittelstellung nicht erreicht. Bei Patienten mit Hemispastik sind meist alle Wadenmuskeln beteiligt, so dass bei vorliegender fixierter Stellung des Fußes eine Mittelstellung des oberen Sprunggelenks weder bei gebeugtem noch bei gestrecktem Knie erreicht werden kann - und zwar selbst dann nicht, wenn subtalar die intraartikuläre Valgus- oder Varus-Fehlstellung korrigierbar ist (BAISE et al., 2003). Bei ausgeprägter Kniebeuge-Kontraktur ist -



4a)



4b)

Abb. 4: Pohlig-System

4a) Segmentale Unterschenkelorthese „Pohlig-System“

4b) Segmentale Unterschenkelorthese „Pohlig-System“

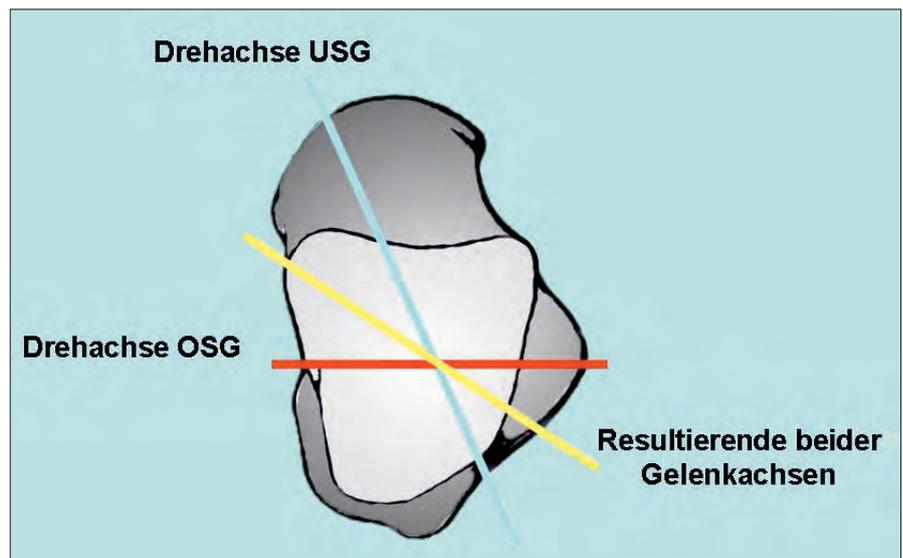


Abb. 5: Resultierende Drehachse OSG und USG; Drehachsen des Rückfußes (Schema aus „Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes“; R. BAUMGARTNER / H. STINUS)



Abb. 6: PSS mit medialer und lateraler Montage; Anordnung der Drehpunkte bei physiologischem Sprunggelenksystem, links: Drehpunkt postero-distal zu Malleolus lateralis; rechts: Drehpunkt antero-proximal zu Malleolus medialis

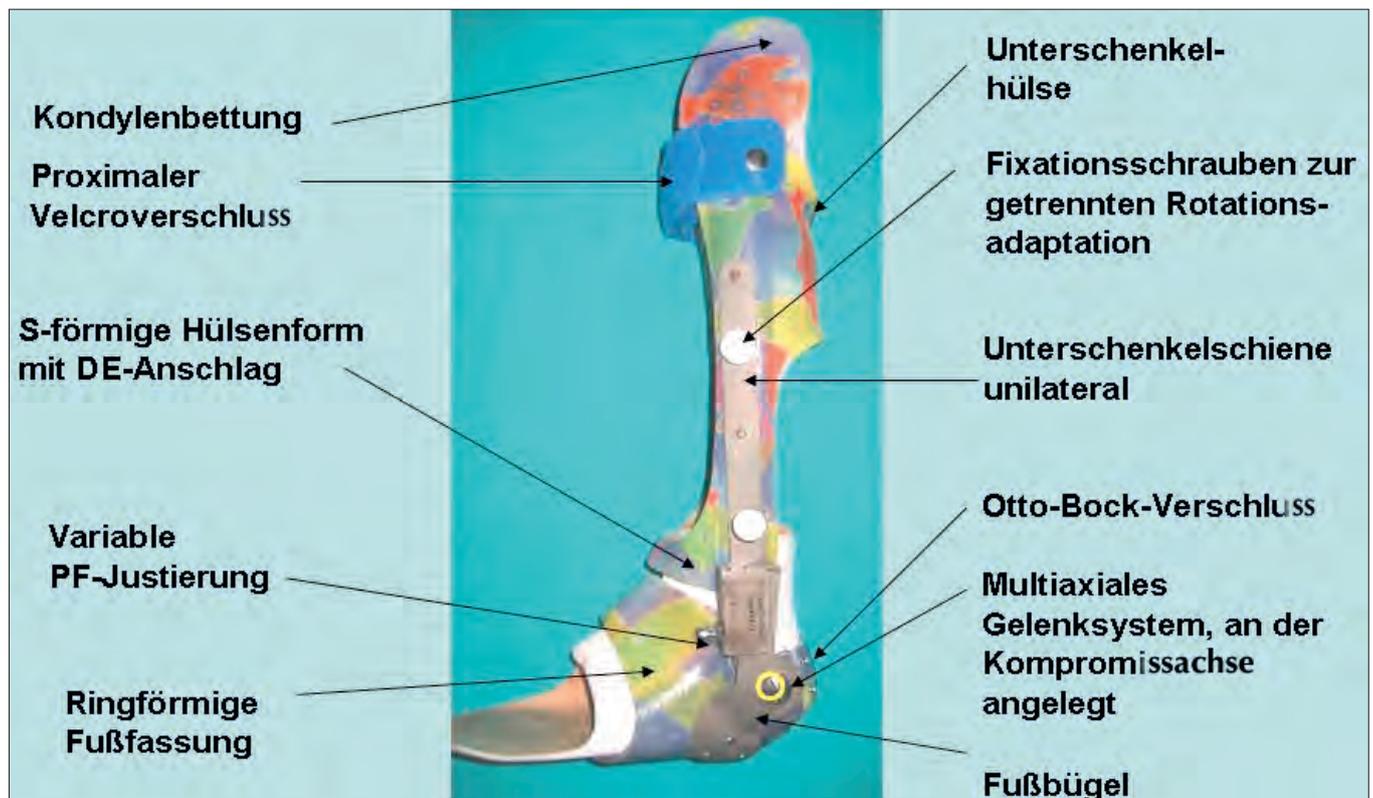


Abb. 7: Funktionselemente der Orthese mit phys. Sprunggelenksystem

trotz weicher Fußkorrektur - biomechanisch eine vermehrte Vorfußbelastung vorgegeben. Eine Versorgung sollte unterlassen werden, weil sie unter Umständen die Kniebeuge-Fehlhaltung unterstützen könnte.

Technische Konstruktionsmerkmale der Orthese

Allgemeine Komponenten

Eine Unterschenkelange Orthese besteht aus zwei Aufnahmeelementen. Das proximale Segment umfasst mit seiner Kondylenbettung - in S-förmiger Hülsenform - den Unterschenkel und die Kniekondylen. Es wird mit einem in Höhe der Tuberositas tibiae horizontal verlaufenden, anatomisch gepolsterten Velcroverschluss rotationsstabil befestigt. Der Fuß ist, unter ringförmiger Fassung, im separat montierbaren Fußsegment eingebettet und wird darin mit einem Fußteilverschlussystem 28S1 stabil fixiert.

Beide Elemente werden erst nach manueller Korrektur zu einer Funktionseinheit zusammengefügt. Das am distalen Rand der Unterhülse verstärkte Laminat dient der Stabilisation der Unterhülse.

Ein aus Tepefom hergestellter Weichwandliner fördert mit seinen formstabilen Materialeigenschaften die Haftung der Orthese am Fuß. Die Torsionsstabilität wird unterstützt. Beim Gehen bewirkt der Inliner eine intermittierende Kompression. Im belasteten Zustand verstärkt sich der Anpressdruck des Fußes im Weichwandliner, wodurch der Fersenzug progressiv zunimmt (BAISE, 1996) und der Talus, damit korrelierend, wiederingerichtet wird. Der Weichwandliner polstert druckgefährdete Regionen der reponierten Knochen und verhindert punktuelle Druckbelastungen. Darüber hinaus erleichtert es der Weichwandliner, die straff angepassten Ortheselemente zur anatomischen Re-

position der Knochen anzuziehen. Die Gelenksysteme bestehen aus Fußbügeln und Unterschenkelschienen. Letztere werden nicht, wie sonst üblich, mit der Unterhülse fest vernietet, sondern an der Unterhülse mit Fixierbolzen und Rändelschrauben abnehmbar befestigt (Abb. 4a / 4b).

Individuelle Komponenten

Anatomische vs. mechanische Drehachsen

Die anatomische Drehachse des oberen Sprunggelenks (nach Isman und Inman) verläuft, leicht geneigt von medial nach lateral, in einem Winkel von 80° zur Achse des unteren Drittels der Tibia (DEBRUNNER et al., 1998). Am Innenknöchel liegt der Drehpunkt um 16 mm distal und 10 mm dorsal der Knöchelspitze, am Außenknöchel dagegen 12 mm distal und 11 mm weiter ventral (HOHMANN et al., 1990). Am unteren Sprunggelenk

verläuft die anatomische Drehachse (nach HENCKE) schräg von oben innen nach unten außen, nämlich durch den oberen inneren Anteil des Talus zum Sinus tarsi und durch den oberen äußeren Anteil der Tuberositas calcanei. Global bewegt wird der Fuß in Inversion / Eversion in der Resultierenden der Verläufe der beiden Drehachsen (Abb. 5). Bei der konventionellen Orthesen-Versorgung mit bilateralem Schienensystem verläuft die mechanische Drehachse am oberen Sprunggelenk horizontal. Der Fuß wird deshalb bei der Dorsalextension und der Plantarflexion über eine Kompromissachse bewegt, weil diese waagrecht verläuft und nicht dem dargestellten physiologischen Verlauf der anatomischen Drehachse nachkommt. Dementsprechend ist in der Standphase auch keine physiologisch korrekte Abrollung möglich.

Das unilaterale physiologische Sprunggelenksystem erlaubt erstmals eine ungehinderte und perfekte Abrollung des Fußes in der Orthese. Die Anordnung des Drehpunktes liegt beim Spitzknickfuß postero-distal zum Malleolus lateralis und beim Spitzklumpfuß antero-proximal zum Malleolus medialis, immer dem Verlauf der resultierenden Drehachse aus oberem und unterem Sprunggelenk entsprechend (BAISE et al. 2003) (Abb. 6).

Mechanische Sprunggelenksysteme

Das bilaterale Gelenksystem besteht aus je zwei Fußbügeln und Unterschenkelschienen, die mit einem uniaxialen Gelenk miteinander verbunden sind. Fußsteil und Unterhülse werden getrennt angezogen und erst nach vollzogener manueller Korrektur der Fehlstellung (Pohlig-System) miteinander verbunden. Die unerwünschte Plantarflexion ist durch Metallanschläge gesperrt, die Dorsalexten-

sion in der Regel 15° frei. Im Zuge der Anprobe werden die Gelenkanschläge durch Ausfeilen oder Einschweißen individuell angepasst. Das unilaterale physiologische Sprunggelenksystem setzt sich zusammen aus je einem Fußbügel und einer Unterschenkelschiene. Der am Fußsteil vernietete Fußbügel reicht mit seiner fibularen bzw. tibialen Abstützung (Drehmomentflügel) 40 mm über die Drehachse nach proximal und sorgt für den Aufbau eines Drehmoments, gleich dem Prinzip der TR-Ringorthese. Die Unterschenkelschiene ist mit einem U-förmigen Aufnahmeelement für den Drehmomentflügel ausgestattet, das als Justier- bzw. Anschlagsegment dient. Es soll den Drehmomentflügel aufnehmen, führen und die Bewegungsauslässe des mechanischen Gelenks entsprechend der therapeutischen Ansprüche limitieren. Die Unterschenkelschiene wird, analog des bilateralen Gelenksystems, an der Unterhülse ebenfalls mit Fixierbolzen und Rändelschrauben abnehmbar befestigt. Beide Komponenten - Fußbügel und Unterschenkelschiene - sind über einen friktionsarmen Kugelgelenkmechanismus verbunden. Die ventralseitig angelegte Inbusschraube des Anschlagsegments ermöglicht die individuelle Bewegungslimitation nach plantar. Wenn die Therapie fortschreitet, ist eine Nachjustierung zur vermehrten Korrektur der Dorsalextension technisch unkompliziert und mit geringem Aufwand möglich (BAISE et al., 2003) (Abb. 7).

Korrekturprinzip

Die modularen Orthesen-Elemente erlauben die Adaption des Fußsteils in einer schraubenartigen Bewegung, so dass die intraartikuläre Fehlstellung im unteren Sprung- und im Chopartgelenk korrigiert wird. Zunächst wird ein elastischer Tri-

kotschlauch in etwa doppelter Unterschenkelhöhe bis über das Knie angezogen. Er erleichtert es, den Fuß in den Weichwandliner hineinzuführen. Anschließend wird der Trikot Schlauch an den Zehen durch Drehen des Gewebes verschlossen, in Umkehrtechnik gewendet und über den proximalen Rand des Weichwandliners hinaus zurückgeführt.

Die Unterschenkelhülse ist auf Grund der S-förmigen Schnittführung zunächst entlang ihrer longitudinalen Achse so weit über den Fuß auf den Unterschenkel hinaufzuschieben, bis beide suprakondylären Spangen das Kniegelenk seitlich anatomiegerecht umgreifen. Daraufhin wird die Unterschenkelhülse mit einem gepolsterten Klettband verschlossen. Sollte, damit das Knie gestreckt werden kann, an der Tuberositas tibiae eine rigide Anlage erforderlich sein, empfiehlt sich anstatt des Velcrobands der Verschluss 28S1 von OTTO BOCK, kombiniert mit einer individuellen Verschlusskappe aus Gießharz. Die korrekte Adaption der Unterhülse ist von größter Bedeutung. Denn nur mit einer rotationsstabil am Unterschenkel befestigten Unterhülse können die Gelenke des Rückfußes - in intraartikulär berichtigter Stellung - achsengerecht gehalten werden. Im Fall einer transversalen Rückdrehung würden die Dehnung der Muskulatur und auch die Fußkorrektur verloren gehen.

Erst nach Befestigung der Unterschenkelhülse wird das Fußsteil adaptiert. Beim Spitzknickfuß wird der Fuß in einer Spitzfuß-Supinationsstellung gehalten, um die Gelenkflächen von Talus und Kalkaneus in ihren Längsachsen kongruent zueinander einzustellen. Erst unter den präparierten anatomischen Verhältnissen kann der Kalkaneus von lateral nach medial unter den Talus gedreht werden, und zwar im Rahmen einer schrauben-

artigen Drehbewegung. Beim Spitzklumpfuß wird eine gegenläufige Anziehbewegung vorgenommen. Die auf diese Weise erreichte anatomische Reposition des Fußes wird durch die ringförmige Fußfassung stabilisiert. Dabei stellt der Verschluss 28S1 eine unverzichtbare Komponente dar: Er erleichtert das Anziehen und verriegelt zuverlässig die im Fußteil der Orthese eingebetteten Skelettanteile. Sehr vorteilhaft wirkt sich zudem aus, dass bei dieser Anziehtechnik keinerlei Hautstress entsteht. Abschließend werden die Module von Fuß und Unterschenkel mit Rändelschrauben verbunden. Auf diese Weise wird der Fuß achsengerecht aufgerichtet. Der nach plantar gesperrte und nach dorsal freie Ausschlag der Gelenke fördert die Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk und korrigiert den Spitzfuß zuverlässig. Ein sicherer Sitz der Ferse ist gewährleistet (DÖDERLEIN et al., 2003): Sie kann sich in der Orthese nicht abheben und verliert in keiner Phase der Bewegung den erforderlichen Sohlenkontakt. Nur wenn die beschriebenen Konstruktionsmerkmale konsequent eingesetzt werden und wenn die Anziehtechnik befolgt wird, ist die Spitzfußkorrektur effektiv: Erst dann kann die 3-Punktstützung - nämlich an der proximalen Wade, am dorsalen Fußrist und an der Fußsohle - therapeutisch wirksam werden.

Zur Wirkung des Orthesensystems

Funktionell subjektiv

Sowohl Kinder als auch deren Eltern berichten spontan von einer Verbesserung der Stabilität, sowohl beim Stehen als auch beim Gehen. Die Patienten sind ausdauernder,

die Gehstrecken werden länger.

objektiv

Die gesamte Statik des Beins wird positiv beeinflusst. Die spitzfußbedingte Knierekurvation oder auch eine Kniebeuge-Fehlstellung wird behoben, die Hüftstreckung erleichtert. Die benachbarten Gelenke arbeiten rationeller. Die Schrittlänge wird vergrößert. Darüber hinaus sind durch die Korrektur der Valgus- oder Varus-Fehlstellung des Rückfußes eine Abweichung des Vorfußes im Sinn einer Abduktion oder Adduktion und die damit einhergehende Bodenreibung der Zehen behoben. Somit wird auch eine Rotations-Fehlbelastung der

Hüfte vermieden.

Biomechanisch

Die Orthese hat bei der Behandlung der Patienten die Aufgabe, den Fuß umfassend zu greifen, ihn mit der ringförmigen Fassung und dem integrierten Weichwandliner zu verriegeln und über ein Hypomochlion - sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk - intraartikulär zu korrigieren. Mit dieser Konstruktion ist es möglich, den erheblichen Dehnungswiderstand der spastischen Muskulatur zu überwinden, den Fuß in die therapeutisch günstigste Stellung zurückzuführen und die Korrektur zuverlässig aufrechtzuerhalten. Eine

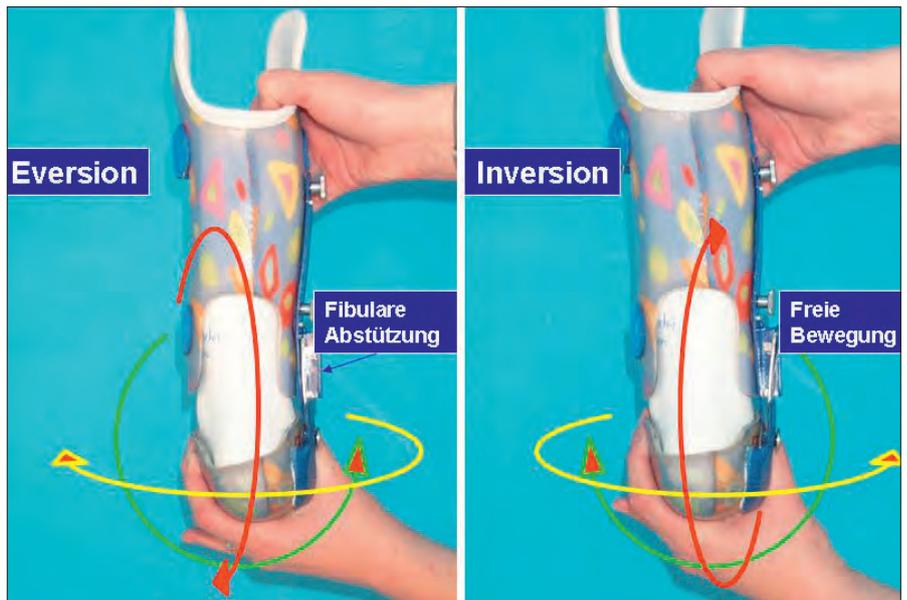


Abb. 8: Physiologisches Sprunggelenksystem (PSS) n. Pohlig/ Baise

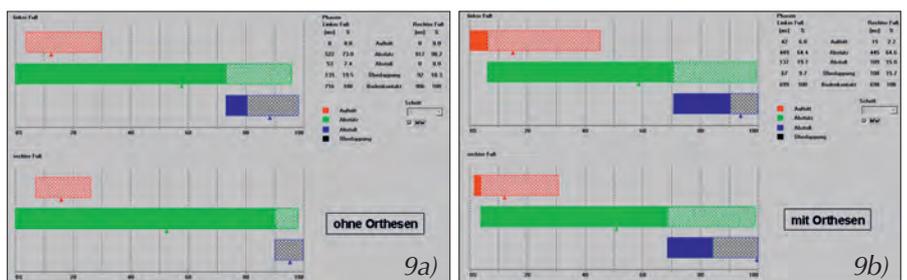


Abb. 9: Gangzyklus ohne/mit PSS (BAISE, M.; POHLIG, K.: Die funktionelle Spitzfußbehandlung bei Spastikern mit dem physiologischen Sprunggelenksystem (PSS), Orthop. Tech. 3, S. 170 - 177 (2003)

9a) Standphase ohne Orthesen,

9b) Harmonisierung der Standphase mittels Orthesen

Überkorrektur oder gar eine Fehlstellung des Fußes in der Orthese wird unterbunden.

Die teilbaren Komponenten der Orthese ermöglichen es, beim Anziehen die Valgus- oder Varus-Fehlstellung des Rückfußes bzw. des unteren Sprunggelenks und Choptgelenks mit einer schraubenartigen Drehbewegung anatomisch zu reponieren. Analog der TR-Ringorthesen-Versorgung werden die reponierten Gelenke auf Grund der ringförmigen Fußfassung verriegelt.

Neuromuskulär

Die Therapie dient der Angleichung von Muskellängen sowie der Regulierung von Über- und Unterfunktionen antagonistischer Muskelgruppen. Durch die freie Dorsalexension werden Fuß- und Zehenextensoren vor Überdehnung geschützt. Damit wird eine Verminderung des pathologischen Streckmuskels erreicht. Die Koordination der Muskulatur wird verbessert. Durch die anatomische Reposition und die physiologische Abrollung erhalten die Gelenkrezeptoren einen adäquaten Reiz. Die Propriozeption wird gefördert (BAUMGARTNER, R. et al., 2001). Außerdem wird mit der korrekten Einbettung die Muskulatur gedehnt und gebahnt. Da der Fuß in achsenrechter Position zum Unterschenkel nicht eingeschränkt ist, kann sich die Muskulatur am Unterschenkel trotz angelegter Orthese normal entwickeln.

Wirtschaftlich

Die Orthesen können - ob mit bilateralen oder unilateralen Gelenken - sowohl tagsüber als auch nachts, unter Anwendung einer separaten Einstecksohle, eingesetzt werden. Die innovative Konstruktionstechnik spart im Fall der sehr häufig erforderlichen 24-Stunden-Therapie die erheblichen Kosten einer Zweitversorgung für die Nacht ein. Dem

Längenwachstum wird man gerecht, indem die Unterhülse - auf Grund der getrennten Elemente - nach proximal versetzt wird. Bei einer wachstumsbedingten Volumenzunahme kann ein Segment geweitet, im Falle umfangreicher Veränderungen aber auch isoliert erneuert werden. So kann die Tragezeit bzw. die Nutzungsdauer kostengünstig erheblich verlängert werden.

Bilaterales versus physiologisches Gelenksystem

Die Patienten sind in der Lage besser zu balancieren, besonders mit dem multiaxialen Gelenk, weil die Unterstützungsfläche homogen bleibt. Mit dem multiaxialen Gelenk kann der Fuß in der Belastungsphase besser und vermehrt physiologisch abgerollt werden. Durch das Körpergewicht entsteht an der unilateralen Abstützung ein Drehmoment.

Bei einer Überprüfung der Pro-/Supinations-Bewegung ist dies an der Stellungsänderung des Drehmomentflügels - innerhalb des Justierelements - deutlich erkennbar. Die Messung der Fußabrollung belegt eine Harmonisierung der Standphase. Der Fersenauftritt wird durch die Spitzfußkorrektur erreicht. Bei der Physiologisierung der Abstütz- und Abstoßphase erkennt man die positiven Auswirkungen der mechanischen Freigabe von Eversion und Inversion durch das physiologische Sprunggelenksystem (Abb. 8).

Die Gangzyklen werden normalisiert, wenn die mechanische Drehachse am physiologischen Drehpunkt positioniert wird. Die Symmetrie der Schrittlänge wird gefördert. Mit einer Justierschraube kann die pathologische Bewegung in plantarer Richtung dosiert gehemmt werden (Abb. 9a / 9b).

Das physiologische Sprunggelenksystem bewegt sich äußerst friktionsarm in einem Kugelgelenk.

Wegen des Einsatzes leichter Metalle ist das spezifische Gewicht gering. Bei einem sehr starken muskulären Widerstand ist das Material der unilateralen Schienenführung überfordert, zumindest nach derzeitigem Entwicklungsstand. Es birgt die Gefahr von Schienen- oder Gelenkbrüchen in sich. Aus diesem Grund sollte das System nur bei weichen, reversiblen Fußfehlhaltungen eingesetzt werden. Beim bilateralen Gelenksystem muss zwangsweise auf die physiologische Abrollung verzichtet werden. Vorteilhaft wirkt sich dessen Einsatz dagegen in Hinblick auf die Überwindung massiver Dehnungswiderstände aus.

Bei Verwendung des physiologischen Sprunggelenksystems ergeben sich Gewichtsvorteile, da auf das zweite Schienenpaar verzichtet werden kann. Sollte sich während der Behandlung der Befund verändern, so kann eine zweite kontralaterale Schiene technisch problemlos adaptiert werden.

Ausgeprägte Außentorsions-Fehlstellungen des Spitzknickfußes erfordern lateralseitig einen vermehrt nach dorsal platzierten Drehpunkt des mechanischen Gelenks. Diesem Anspruch kann mit dem physiologischen Sprunggelenksystem besser entsprochen werden als mit dem bilateralen (BAISE et al., 2003). Beim lateral angesetzten physiologischen Sprunggelenksystem wird, wie bereits beschrieben, der Drehpunkt relativ weit dorso-plantar angesetzt. Deshalb ist es bei dieser Variante erforderlich, den Schaft des Schuhs auszusparen und zuzurichten.

Beim Gehen kann es, unter dem Einsatz des physiologischen Sprunggelenksystems, bei der Aktivierung des Drehmoments zu leichten Klickgeräuschen kommen, wenn sich - abhängig von der Gangphase - Metall auf Metall abstützt. Das etwa 12 mm breite U-

förmige Justierelement könnte vereinzelt kosmetisch stören. Patienten oder deren Eltern haben dies jedoch bisher nicht beanstandet.

Retrospektive Analyse Patient und Methode

Ziel der Untersuchung war es, neue Erkenntnisse zur Korrektur von Spitzfüßen bei Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen zu ermöglichen. Dabei wurden folgende Parameter definiert:

- Art der zerebralen Bewegungsstörung
- Motorische Funktion
- Art der Fuß-Fehlstellung, sowohl vor der Behandlung als auch nach Abschluss der Beobachtungszeit
- Lebensalter bei Beginn der Behandlung und am Ende der Beobachtungszeit
- Orthesentyp

Der Zeitraum der Untersuchung erstreckte sich von 1997 bis 2004. Für die Studie wurden 200 Patienten ausgewählt, die mit unterschlenkellangen Orthesen und ringförmiger Fußfassung versorgt wurden. Bei 38 Patienten waren die Daten unvollständig, nicht zuletzt wegen

der Voraussetzung einer Mindestbeobachtungszeit von sechs Monaten. Dieser Raster ließ 22 der 38 Patienten ausscheiden. Bei den verbliebenen 16 Patienten wurden die Daten der jüngsten Untersuchung verwendet. Die Studie basiert deshalb auf der Auswertung von 178 Patienten. Von den 356 beobachteten Füßen hatten 260 eine pathologische Spitzfußfehlstellung. 81 Füße waren normal, 15 Füße zeigten eine Knickfußfehlstellung (Tab. 1).

Zwei der 178 Patienten waren an Ataxie erkrankt, zwei an Hypotonie, 70 an Hemispastik und 104 an spastischer Diplegie. Bei zwei Patienten mit Hemispastik war es erforderlich, den Fuß der Gegenseite wegen einer spastischen Komponente auf Grund des Spitzfußes mitzubehandeln. Bei etwa zwei Dritteln der Patienten mit spastischer Diplegie wurde die Spitzfußfehlstellung beidseits therapiert (Tab. 2). Zur Spitzfußbehandlung wurden drei unterschiedliche Orthesenkonstruktionen eingesetzt. Alle unterschlenkellangen Orthesen verfügten jeweils über ein Fußteil mit ringförmiger Fußfassung, Fersenverschlussystem, inliegendem Weichwandliner, indikationsabhängiger

Ausstattung mit Adduktions- oder Abduktionslappen sowie separat anziehbarer Unterhülse mit Kondylenbettung. Bei vorliegendem Kniestreckdefizit oder bei Füßen mit erheblichem Muskelwiderstand wurde in Höhe der Tuberositas tibiae ventral ein rigides Schiebeverschlussystem integriert. Um die meist kurzsohligen Orthesen, unter Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Versorgungsform, auch nachts einsetzen zu können, wurden diese mit einer Einstecksohle für die Nacht ausgestattet, um dem Spasmus der Zehenbeuger entgegenzuwirken. Bei sehr massiven muskulären Widerständen wurde das Fußteil langsohlig gestaltet. Sofern ein Beugesehnen-Greifreflex vorlag, wurde ein plantar eingeschobener Zehenextensionskeil verwendet. Eine Hallux valgus-Fehlstellung wurde vereinzelt durch eine medial verlaufende Metallspange korrigiert, die gelenkig mit dem ringförmigen Fußteil verbunden wurde.

Die Schuhe wurden orthopädietechnisch jeweils indikationsbezogen zugerichtet, und zwar mit medialer oder lateraler Sohlenverbreiterung, durch Negativ-, Keil- oder Schleppabsatz und / oder kompensatorischem kontralateralen Beinlängenausgleich. Wegen der rückfußumgreifenden ringförmigen Fußfassung sowie des integrierten Weichwandliners war es in fast allen Fällen unumgänglich, die Patienten mit Orthesenschuhen auszustatten.

Bei Spastikern findet sich an der dem Spitzfuß gegenüberliegenden Seite oft eine Fußfehlstellung im Sinne einer Knickfußdeformität oder einer Klumpfußfehlhaltung. In den betreffenden Fällen wurden die Patienten an diesen Füßen mit TR-Ringorthesen (BAISE, 1994; BAISE, 1996; BAISE et al., 2004; POHLIG et al., 1994) oder CR-Ringorthesen (BAISE et al., 2004) versorgt. Zur

Tab. 1: Fußstellung vor Beginn der Therapie (178 Patienten)

n=356	ohne Spitzfuß	mit Spitzfuß
physiologisch	81	83
Knickfußfehlstellung	15	97
Klumpfußfehlstellung	0	80
Gesamt	96	260

Tab. 2: Pathologische Füße

Diagnostik	eins.	bds.	n=Füße
Ataxie	2	2	4
Hypotonie	2	1	3
Hemispastik	70	2	72
Spastische Diplegie	104	77	181
Gesamt	178	82	260

Tab. 3: Orthesentyp

n = 260	bilat. Gelenk	lat. PSS	med. PSS
Spitzfuß	61	22	0
Spitzknickfuß	49	48	0
Spitzklumpfuß	54	0	26
Gesamt	164	70	26

Tab. 4: Orthesentyp vs. Diagnose

n = 260	bilat. Gelenk	lat. PSS	med. PSS
Ataxie	2	2	0
Hypotonie	2	0	1
Hemispastik	46	18	8
Spastische Diplegie	114	50	17
Gesamt	164	70	26

Spitzfußkorrektur wurden die Orthesen mit verschiedenartigen Gelenksystemen für das Sprunggelenk unterschiedlich ausgestattet:

- bilaterale Schienenführung mit einachsigen Gelenken
- lateral angebrachtes physiologisches Sprunggelenksystem
- medial angebrachtes physiologisches Sprunggelenksystem

Die Anzahl der bilateralen Gelenksysteme, eingesetzt an 164 Füßen, überwog deshalb, weil spastische Füße häufig einen sehr hohen muskulären Widerstand aufweisen (Tab. 3).

Der Einsatz der verschiedenen Orthesentypen korrelierte nicht mit der Diagnose. In den großen Gruppen wurden jeweils etwa zwei Drittel mit bilateralen Gelenksystemen ausgestattet. Die Indikation zur Auswahl des Gelenksystems blieb dem Ergebnis der klinischen Untersuchung vorbe-

halten (Tab. 4).

Ergebnisse

Motorische Funktion

Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung waren von 178 Patienten 140 frei gehfähig, 13 Personen waren in der Lage, sich mit Hilfsmitteln fortzubewegen, 25 Patienten zeigten Bewegungen nur auf niedriger Ebene und waren nicht in der Lage, mit aktiver Hilfe zu stehen oder zu gehen.

Nach der Therapie erreichten 24 Patienten die freie Gehfähigkeit. Elf von ihnen waren zuvor nur mit Hilfe, weitere 13 überhaupt nicht gehfähig gewesen. Elf Patienten, die nicht gehfähig waren, haben das Gehen mit einem Hilfsmittel erlernt. Bei drei Patienten konnte keine Verbesserung der Lokomotion auf eine höhere Stufe erreicht werden (Tab. 5).

Insgesamt waren nach der Orthesen-Versorgung 164 Patienten frei gehfähig, 13 Patienten mit Hilfe gehfähig und ein Patient weder steh- noch gehfähig (Tab. 6).

Zum Zeitpunkt der Auswertung konnte die Spitzfuß-Fehlstellung bei 27 Patienten nicht beseitigt werden. Trotzdem erreichten sieben dieser Patienten eine Verbesserung ihrer motorischen Fähigkeiten. Drei der fünf zuvor nur mit Hilfe gehfähigen Patienten konnten die freie Gehfähigkeit erreichen. Vier von fünf Patienten, die nicht gehfähig waren, konnten mit der Orthesen-Versorgung das Gehen mit Hilfe erlernen (Tab. 7).

Die verbliebenen 20 Patienten erzielten innerhalb der Gruppe durch die Orthesen Fortschritte bei ihren motorischen Fähigkeiten. Bei 18 Patienten stabilisierte sich das Gangbild ebenso wie der lokale Befund im Fußbereich. Die passive Dorsalextension der Füße nahm zu, gleichzeitig wurde der Dehnungswiderstand reduziert. Bei einigen Patienten musste nach Verminderung der Spitzfußstellung wegen einer Knieüberstreckung die Orthesen-Therapie fortgesetzt werden. Bei zwei Patienten wurde ein funktioneller operativer Eingriff vorgenommen, einem davon konnte auf Grund der Orthesen-Therapie eine operative Korrektur am Fuß erspart werden. Im Verlauf ließ sich bei zwei weiteren Patienten eine zusätzliche operative Spitzfußbeseitigung nicht vermeiden.

Tab. 5: Motorische Fähigkeit

vor Therapie		nach Therapie		nach Therapie		nach Therapie	
178 Pat.		frei gehfähig: 164		gehfähig mit Hilfe: 13		nicht gehfähig: 1	
frei gehfähig	140	140		-		-	
gehfähig mit Hilfe	13	11		2		-	
nicht gehfähig	25	13		11		1	

Tab. 6: Motorische Fähigkeit vor und nach der Therapie

178 Pat.	vor Therapie	nach Therapie
frei gehfähig	140	164
gehfähig mit Hilfe	13	13
nicht gehfähig	25	1

ßen - ein Anteil von 44,57% - war der Spitzfuß ebenfalls beseitigt, es verblieb jedoch eine reversible Knickfußfehlstellung. Lediglich bei einem Fuß war noch eine Klumpfuß-Fehlhaltung zu beobachten. Insgesamt entspricht dies einer

Tab. 7: Verbesserung der motorischen Fähigkeit trotz verbliebener Spitzfußfehlstellung

vor Therapie	nach Therapie	nach Therapie	nach Therapie
27 Pat.	frei gehfähig: 20	gehfähig mit Hilfe: 6	nicht gehfähig: 1
frei gehfähig 17	17	-	-
gehfähig mit Hilfe 5	3	2	-
nicht gehfähig 5	-	4	1

Fuß-Fehlstellung

Die Zahl der zu Beginn der Untersuchung insgesamt 260 pathologisch verschiedenartigen Spitzfüße reduzierte sich im Verlauf der Therapie auf nur noch 42 Spitzfuß-Fehlstellungen. Zehn von ihnen waren Spitzfüße, 18 Spitzknickfüße und 14 Spitzklumpfüße. Bei fünf Füßen, an denen der Spitzfuß nicht

beseitigt werden konnte, veränderte sich die Art der Fehlstellung. Beispielsweise verlor sich die Klumpfußkomponente bei nach wie vor vorhandenem Spitzfuß (Tab. 8). Nach der Behandlung von 83 Spitzfüßen verschwand an 36 Füßen - das entspricht 43,37% - die Spitzfußstellung vollständig ohne weitere Deformierung. Bei 37 Fü-

Gesamterfolgsquote von 89,15%. Nach der Behandlung von 97 Spitzknickfüßen war die Spitzfußfehlstellung an 80 beseitigt, was 82,47% entspricht. 13 Füße, eine Quote von 13,40%, entwickelten sich so positiv, dass keine Restfehlstellung mehr erkennbar war. Bei 67 Füßen, das sind 69,07%, verblieb eine reversible Knickfußfehlstellung.

Nach der Behandlung von 80 Spitzklumpfüßen war die Spitzfußfehlstellung an 64 Füßen, also bei 80%, beseitigt. Bei 28 Füßen - dies entspricht 35% - führte die Therapie zur vollständigen Ausheilung. 21 Füße – ein Anteil von 26,25% -

Tab. 8: Behandlungsergebnis

	vor Therapie	nach Therapie
Spitzfuß	83	10
Spitzknickfuß	97	18
Spitzklumpfuß	80	14
Gesamt	260	42

Tab. 9: Fußstellung nach Spitzfußbeseitigung

n=218	physiologisch	Knickfußfehlstellung	Klumpfußfehlstellung
Spitzfuß 74	36	37	1
Spitzknickfuß 80	13	67	0
Spitzklumpfuß 64	28	21	15
Gesamt	77	125	16

Tab. 10: Erfolgsquote nach Spitzfußbeseitigung

	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
Spitzfuß	83	9	89,16%
Spitzknickfuß	97	17	82,47%
Spitzklumpfuß	80	16	80,00%
Gesamt	260	42	83,85%

wanderten in eine Knickfußstellung. 15 Füße, das sind 18,75%, wiesen noch eine Klumpfuß-Fehlhaltung auf (Tab. 9).

Für Orthesen mit ringförmiger Fußfassung erbrachte die Spitzfußbehandlung eine Gesamterfolgsquote von 83,85% (Tab.10).

1. MOT-PREIS 2005

Tab. 11: Erfolgsquote bei Ataxie

2 Pat.	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
Spitzfuß	2	0	100 %
Spitzknickfuß	2	0	100 %
Spitzklumpfuß	0	0	-
Gesamt	4	0	100 %

Tab. 12: Erfolgsquote bei Hypotonie

2 Pat.	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
Spitzfuß	1	0	100 %
Spitzknickfuß	0	0	-
Spitzklumpfuß	2	0	100 %
Gesamt	3	0	100 %

Tab. 13: Behandlungsergebnis nach Spitzfußbeseitigung bei Ataxie

n=4		physiologisch	Knickfußfehlstellung	Klumpfußfehlstellung
Spitzfuß	2	2	0	0
Spitzknickfuß	2	0	2	0
Spitzklumpfuß	0	0	0	0

Tab. 14: Behandlungsergebnis nach Spitzfußbeseitigung bei Hypotonie

n=3		physiologisch	Knickfußfehlstellung	Klumpfußfehlstellung
Spitzfuß	1	0	0	1
Spitzknickfuß	0	0	0	0
Spitzklumpfuß	2	1	0	1

Tab. 15: Erfolgsquote bei Hemispastik

70 Pat.	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
Spitzfuß	28	3	89,29 %
Spitzknickfuß	18	1	94,44 %
Spitzklumpfuß	26	3	88,46 %
Gesamt	72	7	90,28 %

Tab. 16: Behandlungsergebnis nach Spitzfußbeseitigung bei Hemispastik

n=65		physiologisch	Knickfußfehlstellung	Klumpfußfehlstellung
Spitzfuß	25	16	9	0
Spitzknickfuß	17	6	11	0
Spitzklumpfuß	23	10	5	8
Gesamt		32	25	8

Tab. 17: Behandlungsergebnis bei spastischer Diplegie

104 Pat.	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
Spitzfuß	52	7	86,54 %
Spitzknickfuß	77	17	77,92 %
Spitzklumpfuß	52	11	78,85 %
Gesamt	181	35	80,66 %

Diagnose

Die Ergebnisse der Spitzfußbehandlung wurden nach den wichtigsten Ausprägungstypen der zentralen Bewegungsstörung ausgewertet. Überwiegend wurde die Therapie an Patienten mit spastischer Diplegie und Hemispastik vorgenommen. Dagegen wurden nur wenige Patienten mit Ataxie und Hypotonie behandelt.

Eine vollständige Beseitigung der Spitzfuß-Fehlstellung konnte bei Patienten mit Ataxie und mit Hypotonie erreicht werden (Tab.11 / 12). Bei Patienten mit Ataxie konnte der

ursprünglich vorhandene Spitzfuß vollständig beseitigt werden. An zwei Spitzknickfüßen verblieb eine Knickfuß-Fehlstellung (Tab. 13).

Bei den an Hypotonie erkrankten Patienten veränderte sich ein Spitzfuß in eine leichte Klumpfuß-Fehl-

haltung. Von den zwei Spitzklumpfüßen konnte einer eine vollständig physiologische Stellung erreichen (Tab. 14).

An Hemispastik waren 70 Patienten erkrankt. Zwei von ihnen wurden an beiden Füßen behandelt. 28 Fü-

1. MOT-PREIS 2005

Tab. 18: Behandlungsergebnis nach Spitzfußbeseitigung bei spastischer Diplegie

n=146		physiologisch	Knickfußfehlstellung	Klumpfußfehlstellung
Spitzfuß	46	18	28	0
Spitzknickfuß	61	7	54	0
Spitzklumpfuß	39	17	16	6
Gesamt		42	98	6

Tab. 19: Erfolgsquote nach Spitzfußbeseitigung vs. Orthesentyp

	vor Therapie	nach Therapie	Erfolgsquote in %
bilat. Gelenk	164	31	81,10 %
lat. PSS	70	7	90,00 %
med. PSS	26	4	84,62 %
Gesamt	260	42	83,85 %

Tab. 20: Erfolgsquote nach Spitzfußbeseitigung vs. Orthesentyp und Diagnose

bilat. Gelenk	Spitzfuß vorher	Spitzfuß nachher	Erfolgsquote in %
Ataxie	2	0	100,00 %
Hypotonie	2	0	100,00 %
Hemispastik	46	5	89,13 %
Spastische Diplegie	114	26	77,19 %
Gesamt	164	31	81,10%
PSS			
Ataxie	2	0	100,00%
Hypotonie	1	0	100,00 %
Hemispastik	26	2	92,31 %
Spastische Diplegie	67	9	86,57 %
Gesamt	96	11	88,54 %

Tab. 21: Erfolgsquote der subtalaren Korrektur nach Spitzfußbeseitigung nach Orthesentyp

bilat. Gelenk	vor Therapie	physiologisch	Erfolgsquote
Knickfußkomponente	49	10	20 %
Klumpfußkomponente	54	31	57 %
Gesamt	103	41	40%
PSS			
Knickfußkomponente	48	11	23 %
Klumpfußkomponente	26	21	81 %
Gesamt	74	32	43 %

ße wiesen einen Spitzfuß auf, 18 einen Spitzknickfuß und 26 einen Spitzklumpfuß. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren lediglich an sieben Füßen noch Fehlstellungen vorhanden. Dies entspricht einer diagnosebezogenen Erfolgsquote von 90,28% (Tab. 15).

Eine vollständige Ausheilung wurde bei Hemispastik an 32 Füßen erreicht. Das entspricht einem Anteil von 49,23% (Tab. 16).

An 104 Patienten mit spastischer Diplegie wurden 181 Spitzfüße behandelt. Diese unterteilten sich vor der Therapie in 52 Spitzfüße, 77 Spitzknickfüße und 52 Spitzklumpfüße. Die Spitzfuß-Komponente konnte an 146 Füßen beseitigt werden, was einer Erfolgsquote von 80,66% entspricht (Tab. 17).

Bei spastischer Diplegie wurde nach Beseitigung der Spitzfußkomponente an 42 Füßen eine physiologische Fußstellung verzeichnet - eine Erfolgsquote von 28,76%.

An 98 Füßen verblieb oder entwickelte sich eine reversible Knickfußfehlstellung, ein Anteil von 67,12% (Tab. 18).

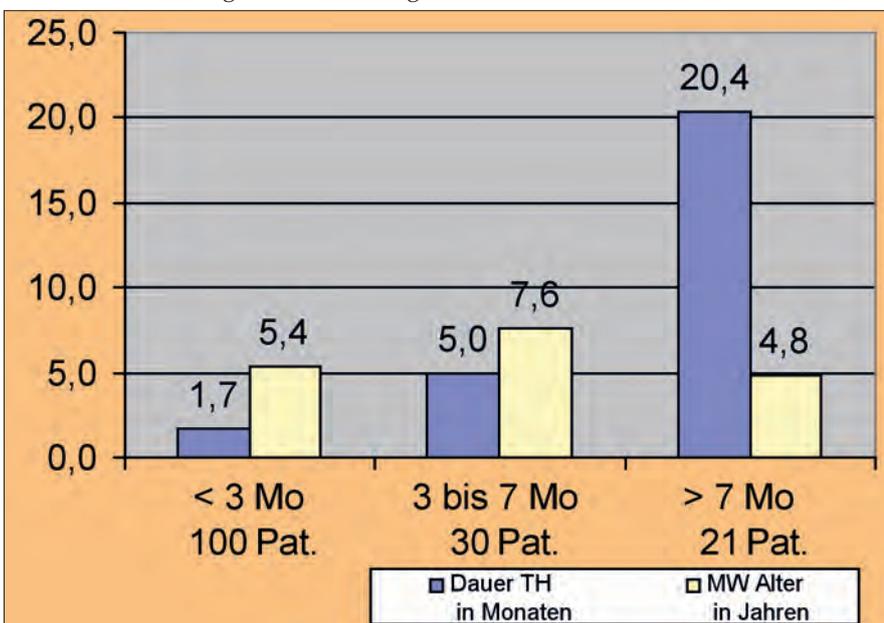
Orthesentyp

Die Erfolgsquote beim Einsatz des physiologischen Sprunggelenksystems ist höher als bei der Verwendung von bilateralen Schienen. Bei der Indikation muss berücksichtigt werden, dass der vorhandene Spitzfuß keinen starken Widerstand aufweist, da andernfalls das physiologische Gelenksystem überfordert ist und



Abb. 10: 10a) und 10b) 4 Jhr., 4 Mon., Spitzknickfuß links stärker als rechts bei Hemispastik links mit Diplegiekomponente. Z.n. 3-maliger Botulinumtoxininjektion, nicht frei gehfähig; 10c) Spitzfußbeseitigung bds. nach 6 Wochen Orthesentherapie, Patient frei gehfähig.

Tab. 22: Behandlungsdauer bei Erfolg



zu Bruch gehen kann (Tab. 19). Der positive Effekt der Spitzfußkorrektur durch das physiologische Sprunggelenksystem ist nicht von der Diagnose abhängig. Mit dem multiaxialen, einseitigen Gelenksystem ergaben sich sowohl bei Hemispastik als auch bei spastischer Diplegie deutlich höhere Erfolgsquoten (Tab. 20).

Die Korrekturwerte der intraartikulären Fehlstellung wurden bei zwei Orthesentypen miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass das physiologische Sprunggelenksystem gegenüber dem bilateralen Schienensystem eine höhere Erfolgsquote aufweist, und zwar sowohl bei Knick- als auch bei Klumpfuß-Fehlstellungen. Generell ist der intraartikuläre Korrekturerfolg beim Klumpfuß höher als beim Knickfuß (Tab. 21).

Behandlungsdauer

Bei der größten Gruppe gelang eine Beseitigung der Spitzfußstellung in durchschnittlich 1,7 Monaten. Das Durchschnittsalter dieser Gruppe zum Zeitpunkt der Erstversorgung war um 2,2 Jahre niedriger als in der zweiten Gruppe.

Bei Patienten, die erst im Alter von 7,6 Jahren (Mittelwert) versorgt wurden, betrug die durchschnittliche Behandlungsdauer fünf Monate.

Bei einer geringen Anzahl von Patienten der ersten Gruppe wurde die Korrektur trotz des früheren Versorgungszeitpunktes erst nach Ablauf von mehr als 20,4 Monaten vorgenommen (Tab. 22).

Bei 27 Patienten war es noch nicht möglich, die Orthesen zum Zeitpunkt der Auswertung abzusetzen. Das Durchschnittsalter lag zum Zeitpunkt der Erstversorgung bei 6,2 Jahren. Die Patienten waren zwischen drei und 17 Jahre alt. Die Beobachtungszeit betrug drei Jahre (Abb. 10a – 10c).

1. MOT-PREIS 2005

Therapieergebnisse bei vorangegangenen Injektionen mit Botulinumtoxin

Vermutlich wurde anlässlich der Untersuchung nicht bei allen Patienten über gegebenenfalls erhaltene Botulinumtoxin-Injektionen berichtet. Es liegen jedoch gesicherte Daten für 20 Patienten vor, an denen zuvor 31 Waden mit diesem Medikament erfolglos behandelt worden waren. Die Anzahl der angegebenen Injektionen lag zwischen ein und zwölf Mal pro Wade.

Die Injektionen wurden in die Wadenmuskulatur vorgenommen, und zwar an 25 Unterschenkeln bei Patienten mit spastischer Diplegie und an sechs Unterschenkeln bei Patienten mit Hemispastik. Sieben Spitz-

füße von vier Patienten, davon einer mit Hemispastik und drei mit spastischer Diplegie, konnten bis zum Zeitpunkt der Untersuchung mit der Orthesentherapie nicht vollständig beseitigt werden.

Differenziert kann festgestellt werden, dass die Korrektur beim Einsatz des bilateralen Gelenksystems erfolgreicher war als beim physiologischen Sprunggelenksystem (PSS). Hervorzuheben ist, dass alle drei mit dem PSS behandelten Spitzklumpfüße vollständig korrigiert werden konnten. Die vier verbliebenen Spitzknickfüße wurden mit dem lateral angelegten PSS behandelt. Sechs korrigierte Spitzknickfüße behielten lediglich ihre Knickfußfehlstellung nach Beseitigung der Spitzfußkomponente (Tab. 23).

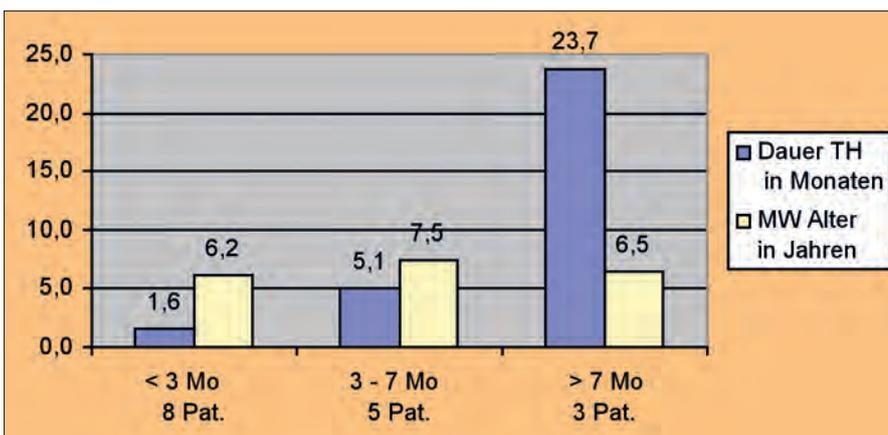
Die Hälfte der mit Botulinumtoxin vorbehandelten Patienten benötigten eine deutlich erhöhte Behandlungsdauer zur Korrektur der Spitzfußstellung. Innerhalb dieser Gruppe war für drei Patienten eine Behandlungszeit von nahezu zwei Jahren erforderlich. Einer von ihnen hatte 12 Injektionen erhalten (Tab. 24).

Dies lässt den Rückschluss zu, dass der Beobachtungs-Zeitraum für die sieben nicht korrigierten Spitzfüße noch zu kurz war. Erstaunlicherweise liegt das Durchschnittsalter der Problemgruppe zum Zeitpunkt der Therapie bei 4,2 Jahren. Es ist damit sogar geringer als das der Erfolgsgruppen - mit und auch ohne Injektion. Je jünger die Patienten zum Zeitpunkt der Botulinumtoxin-Behandlung sind, umso länger dauert die Therapie mit Orthesen!

Tab. 23: Spitzfußbeseitigung bei vorausgegangener Behandlung mit Botulinumtoxin

bilat. Gelenk	Spitzfuß vorher	Spitzfuß nachher	Erfolgsquote
Hemispastik	6	1	83,33 %
Spastische Diplegie	12	2	83,33 %
PSS			
Hemispastik	-	-	
Spastische Diplegie	13	4	69,23 %
Gesamt	31	7	77,42 %

Tab. 24: Behandlungsdauer Botox



Rezidivquote bei Behandlung der Spitzfußfehlstellung

Eine rezidivierende Spitzfuß-Fehlstellung war innerhalb der Beobachtungszeit an 39 von 151 Patienten zu verzeichnen. Dies entspricht einer Quote von 25,28 %. Die Verteilung zeigt, dass unter 5,6 Jahren eine höhere Rezidivquote vorliegt. Betroffen waren 32 Patienten. Bei sieben Patienten trat das Rezidiv später auf. Das Durchschnittsalter der Gruppe unter 5,6 Jahren lag zum Zeitpunkt der ersten Versorgung bei 3,56 Jahren, bei jener über 5,6 Jahren bei 10,28 Jahren. Die Rezidive traten bei beiden Gruppen circa 1,5 Jahre nach Abschluss der ersten erfolgreichen Therapie auf. Die Rezidivquote beträgt anteilig bei den unter 5,6 Jahre alten Patienten 32%, bei jenen über 5,6 Jahre 13,72 %.

Diskussion

Das gesamte Patientengut wurde im Rahmen der ambulanten neuroorthopädischen Sprechstunde im-

1. MOT-PREIS 2005

mer von der gleichen Fachärztin untersucht und beurteilt. Auch mit Hilfsmitteln wurden die Patienten zur Sicherstellung des Therapieerfolgs und der gleich bleibenden Qualität stets aus einer Hand versorgt.

Die retrospektive Studie umfasste 200 Patienten. Bei 22 Patienten lagen keine vollständigen Daten über die Verlaufskontrolle vor. Sie wurden deshalb aus der Auswertung herausgenommen. Der Zeitraum der Untersuchung erstreckte sich von 1997 bis 2004. Generell wurden Unterschenkelorthesen mit ringförmiger Fußfassung eingesetzt. Die ersten Versorgungen mit dem neuen physiologischen Sprunggelenksystem (PSS) wurden Anfang 2000 vorgenommen. Die Positionierung des mechanischen Drehpunktes entsprechend der biomechanischen Drehachse wurde im Januar 2002 optimiert (BAISE, M. et al. 2003).

Nach Beseitigung der Spitzfuß-Fehlstellung und der Verbesserung der motorischen Fähigkeiten wurden die Unterschenkelorthesen tagsüber abgesetzt und nur noch nachts getragen, um dem spastischen Widerstand und der Überdehnung der schwachen Muskelgruppen weiterhin entgegenzuwirken und den Strecktonus zu hemmen. Eine Tonus-Reduktion, eine Kontraktur-Prophylaxe sowie eine Dauerdehnung der spastischen Muskeln wurden dadurch erreicht. Eine Modifikation der Therapie setzte voraus, dass die Patienten einen regelrechten Fersen-Bodenkontakt herstellen konnten. Der Winkel zwischen Fußaußenrand und Unterschenkel betrug dann mindestens 90°. Sollte zusätzlich eine spitzfußbedingte Knierekurvation vor Beginn der Therapie vorgelegen haben, wurden die Orthesen nur dann abgesetzt, wenn sowohl der Spitzfuß als auch die Knieüberstreckung nicht mehr nachweisbar

waren. Trotz Behandlung verbliebene Knieüberstreckungen können dadurch entstanden sein, dass die dorsale Kapsel des Kniegelenkes auf Grund einer unzureichenden Therapie zur Spitzfußbeseitigung überdehnt wurde. Auch eine Rektusspastik kann dafür verantwortlich zeichnen.

Bei den verbliebenen Fuß-Fehlstellungen überwogen wie erwartet die Knickfuß-Komponenten, die anschließend mit Talus-Repositions-Ringorthesen therapiert wurden. Beim Klumpfuß wurden die Unterschenkel-Orthesen erst abgesetzt, wenn nur noch eine funktionelle Außenrandbelastung, gegebenenfalls eine Vorfuß-Adduktion oder eine dezente Varusstellung der Ferse zu erkennen waren. Diese Restfehlstellungen wurden mit der Calcaneus-Rotations-Ringorthese behandelt.

Selbst ohne Veränderung der Lokomotionsstufe konnte eine motorische Verbesserung verzeichnet werden.

Durch die Beseitigung des Spitzfußes war eine Verbesserung des Gangbilds zu beobachten. Die vergrößerte Unterstützungsfläche ermöglichte im Stand eine bessere Balance. Die Beseitigung der spitzfußbedingten Knierekurvation verbesserte die gesamte Statik. Auch die Hüftflexion und die kompensatorische Hyperlordose verminderten sich.

Die spitzfußbedingte Kniebeugehaltung reduzierte sich, da die mechanische Anspannung der Gastroknemiusköpfe nachließ. Die Fußstarre verschwand, so dass die Bewegungsbereitschaft im Knie funktionell zunehmen konnte.

Die Gangqualität verbesserte sich, weil in Hüften und Knien rationale Bewegungen stattfinden konnten. Auch die spitzfußbedingten Rotationsfehlstellungen der Hüften wurden positiv beeinflusst. Die Schrittlänge nahm zu.

Einem Teil der Patienten gelang der Sprung in eine höhere Lokomotionsstufe - selbst dann, wenn eine Beseitigung des Spitzfußes bis zum Ende der Beobachtungszeit noch nicht erreicht war und die Orthesen zur Korrektur noch getragen wurden.

Mit den Orthesen wurde eine Stabilisierung der Füße bei gleichzeitiger intraartikulärer anatomischer Korrektur erreicht. Dies gilt als Voraussetzung zur regelrechten Bahnung und Dehnung der Muskulatur, deren Koordination gefördert wird. Die Gelenkrezeptoren erhalten eine entsprechende Information, wodurch sich die Propriozeption verbessert. Die Dorsalextension des oberen Sprunggelenks ist in den Orthesen ungehindert frei. Dies ermöglicht einen freien Fersen-Bodenkontakt. Die Kinder stehen sicherer und bewegen sich flüssiger, der Gesamtstatus verbessert sich. Nur zwei Patienten mussten zur Beseitigung einer trotz Therapie aufgetretenen Spitzfußkontraktur operativ behandelt werden. Eine konventionelle Spitzfußtherapie, beispielsweise mit einem Unterschenkel-Redressionsgips, trägt ein nennenswertes Risiko der Entwicklung einer Schaukelfußdeformität in sich. Der Korrektur einer Varus- oder Valgus-Fehlstellung ist grundsätzlich der Vorrang vor einer Verringerung des Spitzfußes zu geben. Durch die ringförmige Fußfassung und deren subtalar verriegelnden Effekt konnten sich keine Schaukelfuß-Fehlstellungen ausbilden. Nach Abschluss der Therapie wurden sogar physiologische Fußstellungen festgestellt - nicht zuletzt, weil die Orthesen mit einer knieübergreifenden Kondylenbettung ausgestattet sind, deren Zweck es ist, die Rotation der Orthese an Unterschenkel und Fuß zu verhindern. Unterbunden wird zudem ein damit verbundener Korrekturverlust. Er kann darin bestehen, dass

die maximale Dehnung der M. tibialis posterior und Zehenflexoren beim Klumpfuß oder der Peronealsehnen beim Knickfuß verloren geht. Der hohe Therapieerfolg zur Spitzfußbeseitigung ist mit anderen bekannten Orthesensystemen, wie zum Beispiel dorsalen Schalen aus PE, mit oder ohne OSG-Beweglichkeit, oder gar mit propriozeptiven Einlagen, nicht zu erreichen, weil ohne ringförmige Fußfassung und funktionelle Kondylenbettung ein Korrekturverlust unvermeidbar ist (FREIVOGEL, S. 1997).

Die größere Erfolgsquote bei Hemispastik ist darauf zurückzuführen, dass die Kinder mit spastischer Diplegie stärker betroffen sind. Bei Hemispastik konnten subtalare Fehlstellungen vermehrt behoben werden. Von ihnen entwickelten sich zudem im Verlauf der Therapie weniger als bei spastischer Diplegie. Bei letzterer ist eine Korrektur der Spitzfußfehlstellung noch erfolgversprechender, wenn keine Varus- oder Valgus-Abweichung vorliegt. Das physiologische Sprunggelenksystem (PSS) ist biomechanisch und funktionell der bilateralen Schienführung überlegen. Eine bessere - nicht von der Diagnose abhängige - intraartikuläre Korrektur kann erreicht werden: Durch das einseitig angesetzte multiaxiale Gelenk wird eine physiologische Abrollung unter dem Einfluss des Körpergewichts möglich und eine Rotation des Fußes, distal des Unterschenkels, zugelassen. Die Unterhülse kann nicht proximal verdreht werden, weil wegen des physiologischen Gelenks im Rückfuß keine Translationskräfte entstehen. Sowohl bei medial als auch bei lateral angesetztem PSS bleibt die Inversion und Eversion des Fußes uneingeschränkt aufrechterhalten. Die intraartikuläre Korrektur der Klumpfuß-Fehlstellung ist deshalb wirksamer als beim Knickfuß, weil der mechanische Drehpunkt technisch

besser am biomechanischen Drehpunkt angelegt werden kann.

Bei 66% aller mit Erfolg behandelten Patienten konnte die Beseitigung der Spitzfüße in weniger als zwei Monaten erreicht werden. 20% bedurften der Behandlung zwischen drei und sieben Monaten. Trotz eines - gemessen am Alter der Patienten - sehr frühen Behandlungsbeginns war bei 14% der Betroffenen eine Therapie bis zu 20 Monaten erforderlich. In der zuletzt genannten Gruppe fiel auf, dass einseitig eine verstärkte Spastizität vorhanden war, wobei kein Unterschied zwischen Rechts- oder Linksbetonung festgestellt werden konnte.

Die intramuskulären Medikamentengaben von Botulinumtoxin blockieren die cholinerge Übertragung an der motorischen Endplatte, indem die Freisetzung von Acetylcholin unterbunden wird. Diese medikamentöse Intervention führt zu einer Zunahme der Parese (HEINEN et al.).

Die Eltern der mit Botulinumtoxin behandelten Patienten berichteten übereinstimmend, dass die Wirkung der Injektionen nur während eines sehr kurzen Zeitraumes zu erkennen war. Von der dritten Injektion an konnte oftmals kein positiver Effekt mehr festgestellt werden. Ebenfalls übereinstimmend wurde berichtet, dass beim Nachlassen der Wirkung der Botulinuminjektion(en) die Fuß-Fehlstellung, im Vergleich zum Ausgangsbefund, sogar verstärkt zu Tage getreten ist. Klinisch fällt besonders bei kleinen Kindern eine starke Atrophie der Wadenmuskulatur auf. Beim Abtasten stellt man fest, dass sich die Wadenmuskulatur deutlich „teigig“ anfühlt. Beim Versuch, den Spitzfuß passiv zu korrigieren, spürt man den spastischen Widerstand mit deutlich verminderter Elastizität. Durch das Botulinumtoxin wird der Tonus der hypertonen Muskeln re-

1. MOT-PREIS 2005

duziert. Nicht bestätigt werden können Äußerungen von Behandlern, dass eine Reduzierung der Spastik durch Botulinumtoxin eine Orthesen-Versorgung vereinfache oder den Einsatz von Orthesen gar erst ermögliche (HEINEN et al.; TENGER). Die Anzahl der Behandlungserfolge, die auf das Orthesensystem mit ringförmiger Fußfassung zurückzuführen sind, zeigt eindeutig eine Überlegenheit dieser Therapiemethode gegenüber jener mit Botulinumtoxin. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass die Orthesen-Therapie keine Nebenwirkungen auslöst, so etwa systemische Veränderungen, Antikörperbildungen, eventuell retrograde axonale Transporte der Substanz in höher gelegene neuronale Strukturen und anderes. Im Fall eines Rezidivs kann die Orthesen-Therapie auch risikolos wiederholt werden. Der Therapieeffekt tritt ohne jegliche Nebenwirkung bereits sehr früh ein und ist wesentlich anhaltender als der einer Injektion. Eine Atrophie der Wadenmuskulatur kann beim Einsatz der Orthesen nicht festgestellt werden. Es tritt keine Parese der Muskulatur auf. Vielmehr wird die Muskulatur sogar in ihrer Aktivität unterstützt und gekräftigt; die Koordination der Muskeln verbessert sich deutlich. Die behandelten Füße wiesen nach Beseitigung des Spitzfußes in der überwiegenden Anzahl erstmals eine aktive Dorsalextension auf, bei ebenfalls aktiv möglicher Plantarflexion.

Zusammenfassung

Mit keiner anderen orthopädiotechnischen Versorgungsart können so hohe Erfolgsquoten erzielt werden wie bei einer Spitzfußbehandlung mittels Orthesen mit ringförmiger Fußfassung. Erfolgsvoraussetzung ist eine enge interdisziplinäre Kooperation zwischen Orthopädie-Facharzt und Orthopädietechniker. Dem Arzt kommt die Aufgabe zu,

1. MOT-PREIS 2005

in strenger Weise die Indikation zu stellen und den Orthopädietechniker über die Art und das Ausmaß der Fehlstellung zu informieren. Dieser hat eine in präziser Technik und filigraner Kleinarbeit exakt passende Orthese herzustellen, deren ringförmige Fußfassung samt Zusatzkomponenten die Fußknochen intraartikulär korrigiert und in anatomischer Position stabilisiert.

Voraussetzung für eine intraartikuläre Korrektur und eine erfolgreiche Behandlung ist darüber hinaus eine rigide Bauart der Orthese. Die beschriebene Art der Versorgung wurde zunächst bei Spastikern eingesetzt. Aufgrund der guten Behandlungsergebnisse wird sie inzwischen auch bei anderen Erkrankungen wie zum Beispiel Spina bifida angewandt, weil die Füße mit relativ geringem Auflagedruck ohne Wundstellenbildung gut gehalten werden können.

Bei der Behandlung funktioneller Spitzfußstellungen werden die Unterschenkelorthesen mit Sprunggelenksystemen ausgerüstet und zunächst Tag und Nacht getragen. Diese erlauben eine freie Dorsalextension. Das physiologische Sprunggelenksystem gestattet darüber hinaus eine ungehinderte Eversions-/Inversions-Bewegung und blockiert nur die pathologischen Bewegungen. Grundsätzlich ist auf eine Leichtgängigkeit der mechanischen Gelenke zu achten. Die Orthesen werden nach Verbesserung des Befunds und einhergehender Beseitigung der funktionellen Spitzfußstellung tagsüber abgesetzt und weiterhin nachts getragen.

Beim Orthesen-System mit ringförmiger Fußfassung entfällt eine Doppelausstattung der Patienten mit Orthesen, nämlich einer dynamischen Orthese für den Tag und einer statischen Schiene für die

Nacht, die vielleicht gar mit einer Oberschenkelhülse ausgestattet ist. Ein solches Verfahren ist daher trotz erhöhter Herstellungskosten im Vergleich zu konservativen Systemen insgesamt als sehr wirtschaftlich einzustufen. Auch vor dem Hintergrund, dass Wirtschaftlichkeit das Verhältnis zwischen aufzuwendenden Kosten und Behandlungserfolg darstellt, ist das Orthesen-System positiv zu bewerten. Bei Kindern gestattet die zweigeteilte modulare Technik zudem enorme Möglichkeiten zur Wachstums-Nachpassung, sei es durch Weiten aller Hülsen und Schalen, durch Versetzen der Unterschenkelhülse nach proximal oder der isolierten Anfertigung eines Fußteils bei Verwendung der Unterschenkelhülse und der Schienenpassteile. Diese technischen Maßnahmen gestatten es, die Gebrauchsdauer der Orthesen erheblich zu verlängern. Damit wirken sie sich zusätzlich Kosten sparend aus. Die durchschnittliche Tragedauer liegt zwischen neun und zwölf Monaten. Während dieser Zeit werden in der Regel ein bis zwei Wachstums-Nachpassungen vorgenommen.

Ist während der klinischen Untersuchung, oder im Zuge der Überprüfung der zu klein gewordenen Versorgung, bei der Aufrichtung des Fußes in Dorsalextension ein hoher Dehnungswiderstand festzustellen, werden Unterschenkel-Lagerungsorthesen mit ringförmiger Fußfassung verordnet.

Sie haben sich bei der Behandlung zum Ausgleich von Muskellängen sowie von Über- und Unterfunktionen antagonistischer Muskelgruppen äußerst bewährt und werden deshalb auch postoperativ eingesetzt, um das Operationsergebnis zu sichern. Diese Art der Orthesen wird von den Patienten während der Ruhezeiten getragen. Der ruhende Muskel des Spasti-

kers entbehrt dann der typischen Erregbarkeit. Ziel ist es, mit Hilfe des inhibitorischen Effektes auf die Alpha-Motoneurone durch eine Dauerdehnung der Muskeln den Tonus zu reduzieren und Kontraktionen zu vermeiden (TARDIEU et al., 1988; HUMMELSHEIM et al., 1993.) Mit relativ geringem technischen Aufwand lassen sich Unterschenkel-Lagerungsorthesen, falls erforderlich, zu Tag-/Nacht-Orthesen umbauen. Eine Zweit-ausstattung für den Tag, wie bei anderen Versorgungsformen üblich, ist nicht erforderlich.

Der Therapieerfolg dieser Spitzfußbehandlung mit unterschenkellangen Orthesen bei Spastikern ist derart zuverlässig, dass zusätzliche medikamentöse Maßnahmen wie beispielsweise Injektionen mit Botulinumtoxin nur in Ausnahmefällen erforderlich werden. Vielerorts wird Botulinumtoxin injiziert, um den Tonus zu reduzieren und damit die Voraussetzung zur Akzeptanz einer Orthesen-Versorgung bei den Patienten zu schaffen. Aus der zuverlässigen und unverrückbaren Verriegelung des Fußes in anatomischer und physiologischer Stellung im Orthesen-System mit ringförmiger Fußfassung resultiert eine Inhibition des tonischen Streck- und Greifreflexes. Deshalb werden wegen der verminderten Spastizität skelettale Verdrehungen und unerwünschte Muskelkontraktionen grundsätzlich ausgeschlossen. Hinzuweisen ist nicht zuletzt darauf, dass die hohen Kosten einer Behandlung mit Botulinumtoxin eingespart werden.

Um zum Erfolg zu kommen, mussten die bekannten Wege der konservativen Orthopädie-Technik verlassen werden. Es entstand ein neues, äußerst effektives Behandlungskonzept. Die Erkenntnisse mögen dem Fortschritt bei der Spitzfußtherapie zerebralgeschädigter Kinder dienen.

Literaturverzeichnis

- BAISE, M.: Der Knickplattfuß bei Cerebralparese. Neue Behandlungskonzepte mit der TR-Ringorthese. Orthop.Tech. 9; S. 834 – 837 (1994)
- BAISE, M.: Neues Behandlungskonzept des spastischen Knickplattfußes mit der Talus-Repositions-Ringorthese, Med.Orth. Techn. 116; S. 189–196 (1996)
- BAISE, M.; POHLIG, K.: Neues Behandlungskonzept des spastischen Klumpfußes mit der Calcaneus-Rotations-Ringorthese, Med. Orth. Techn. 5. S. 61-68 (2004)
- BAISE, M.; POHLIG, K.: Die funktionelle Spitzfußbehandlung bei Spastikern mit dem physiologischen Sprunggelenksystem (PSS) Orthop.Tech. 3. S. 170 – 177 (2003)
- BAISE, M.; POHLIG, K.: Behandlung des spastischen Knickplattfußes mit der Talus-Repositions-Ringorthese nach M. BAISE, S. 262-271, Beitrag in ZUKUNFT-HUBER, B. (Hrsg.): Der kleine Fuß ganz groß. Dreidimensionale manuelle Fußtherapie bei kindlichen Fußfehlstellungen. Urban & Fischer Verlag (2004)
- BAUMANN, J. U.: Orthopädische Betreuung, S. 323 – 335, Beitrag in: FELDKAMP, M.; DANIELCIK, I. (Hrsg.): Krankengymnastische Behandlung der zerebralen Bewegungsstörung, Richard Pflaum Verlag (1992)
- BAUMGARTNER, R.; STINUS, H.: Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes, S. 132-135, Georg Thieme Verlag (2001)
- DEBRUNNER, H. U.; JACOB, H.A.C.: Biomechanik des Fußes, Ferdinand Enke Verlag (1998)
- DÖDERLEIN, L.; WENZ, W.; SCHNEIDER U.: Fußdeformitäten: Der Spitzfuß, Der Hackenfuß, S. 78 und S. 242, Springer Verlag (2003)
- FELDKAMP, M.: Diagnose der infantilen Zerebralparese im Säuglings- und Kindesalter: Fehlstellungen im Bereich der Füße und ihre Auswirkungen, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 96 – 101 (1988)
- FELDKAMP, M.: Die Koordinationsstörungen des zerebral-paretischen Säuglings und Kleinkindes im Hinblick auf spätere Fehlstellungen; ihre Entwicklung, Auswirkungen und Therapie. Der Kinderarzt. 16 (5). S. 636-644 (1985)
- FELDKAMP, M.: Der Hallux Valgus bei Zerebralparese. In: BLAUTH, Hallux Valgus, Springer, Berlin. S. 79-82 (1986)
- FELDKAMP, M.: Der Fuß bei zerebralen Bewegungsstörungen. Med.Orth.Tech. 109. S. 16-19 (1989)
- FREIVOGEL, S.: Motorische Rehabilitation nach Schädelhirntrauma, Pflaum Verlag (1997)
- GROULIER, P.: Aspect biomécanique du pied. In POITOUT, D.G., (Hrsg.): Biomécanique orthopédique, Masson, Paris, S. 534 - 543 (1987)
- HEINEN, F; KIRSCHNER, J.; MALL, V.; BERWECK, S.; PETERSEN, H.; MICHAELIS, U.; STEIN, S.: Behandlung des Pes equinus im Kindesalter mit Botulinumtoxin A, Arbeitsgruppe Bewegungsstörungen, Abt. Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen, Universitäts-Kinderklinik Freiburg i. Br.
- HOHMANN, D.; UHLIG, R.: Orthopädische Technik. 8. Auflage. Enke, Stuttgart, S. 689 - 693 (1990)
- HUMMELSHEIM, A.; MAURITZ, K.-H.: Neurophysiologische Grundlagen krankengymnastischer Übungsbehandlung bei Patienten mit zentralen Hemiparesen, Fortschr. Neurolog. u. Psychiat. 61, S. 208 (1993)
- POHLIG, K.; BAISE, M.: TR-Ringorthese. Orthop.Tech. 9; S. 838 - 850 (1994)
- TARDIEU, C.; LESPARGOT, A.; TABARY, C.; BRET, M.D.: For how long must the Soleus muscle be stretched each day to prevent Contracture? Dev. Med. Child Neurol. 30, S. 3 (1988)
- TACHDJIAN, M.: Congenital deformities of the foot, Pediatric Orthopedics, W.B. Saunders Company, S. 2421-2557 (1990)
- TENGER, A.: Botulinumtoxin – Dialog Nr. 5: Neuer Baustein in der Therapie des Spitzfußes bei Kindern mit Zerebralparese, Sonderdruck eines Expertengesprächs aus dem Wissenschaftsverlag Wellingsbüttel

Anschriften der Verfasser

Dr. (B) Monique Baise, ltd. Oberärztin Orthopädische Kinderklinik Aschau, Bernauer Straße 18, 83229 Aschau
Kurt Pohlig OTM, Pohlig GmbH, Orthopädie-Technik, Grabenstätter Straße 1, 83278 Traunstein

Aus der orthopädischen Klinik für Kinder und Jugendliche, Aschau i. Chiemgau (Ärztlicher Direktor: Dr. med. Johannes Correll) □

