

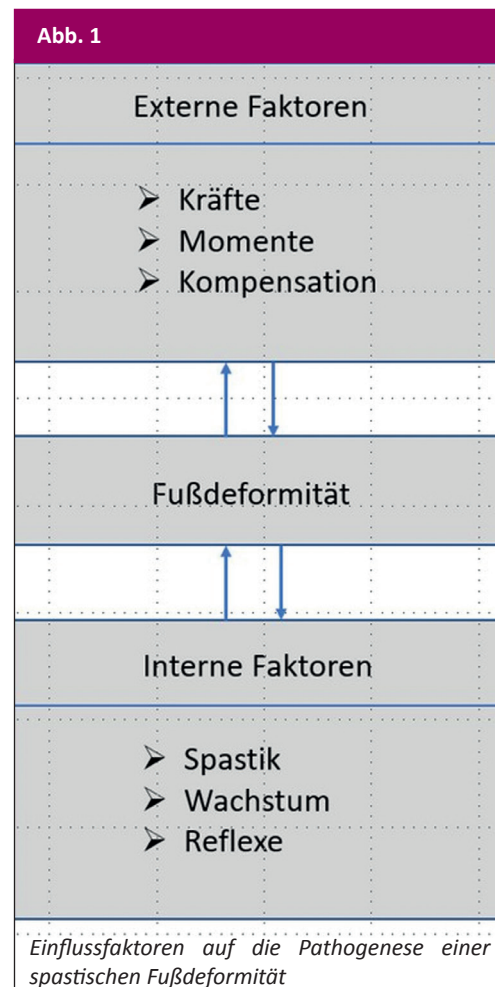
Orthetik der unteren Extremitäten in der Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit infantiler Cerebralparese (ICP)

Thomas Wetzelsperger, Michael Schäfer
Pohlig GmbH, Grabenstätter Str. 1, 83278 Traunstein

„Unterschenkel, Fußorthesen, Korsette sind nur allgemeine Begriffe, ihre Konstruktionen und Wirkungsweisen differieren teilweise erheblich.“ (Döderlein, Infantile Zerebralparese 2015, S. 196). Die orthetische Versorgung von Kindern mit neuromuskulären Erkrankungen erfordert ein defizitorientiertes und individuell an das funktionelle Ausfallbild der jeweiligen Situation angepasstes Vorgehen. Dies trifft vor allem auf das unterschiedlich differenzierte Krankheitsbild der infantilen Zerebralparese (ICP) zu. Die differenzierten Ausprägungsformen dieses Krankheitsbildes, in Verbindung mit den mannigfaltigen Zusammenhängen ihrer Symptome und Verläufe, stellt an die ausgewählte Behandlungsmethode höchstindividuelle Ansprüche. Das defizitorientierte Eingehen auf alle Eigenheiten, Ausprägungsformen und Details der zu behandelnden Fehlstellungen scheint elementar, um eine erfolgreiche Therapie zu gewährleisten. Dennoch darf man bei allen Bemühungen den interdisziplinären Blick und damit verknüpft auch eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Kindes nicht verlieren.

Die häufigsten Fehlstellungen, die man bei Kindern mit CP feststellen kann, betreffen mit einer Prävalenz von ca. 90% den Sprunggelenkskomplex [6]. Dabei sind Kontrakturen, knöcherne Fehlstellungen, verkürzte Muskeln und spastische Muster kennzeichnend für dieses Krankheitsbild [9]. Die dadurch resultierenden Fehlstellungen und Deformitäten haben pathologische Auswirkungen auf die Statik und Dynamik des ganzen Körpers und

damit letztendlich auch auf den gesamten Lebensalltag der Betroffenen. Die Pathogenese von spastischen Fußdeformitäten ist mehreren Faktoren unterworfen, die nicht nur die jeweilige Ausprägung der Fußdeformität bestimmen, sondern sich auch gegenseitig



beeinflussen können. Dabei unterscheidet man zwischen externen und internen Faktoren (Abb. 1) (adaptiert nach [3] S. 259). Interne Faktoren bilden in der Entstehung der spastischen Fußfehlstellung zeitlich gesehen den Ursprung. Hierbei muss zwischen einer Kompensations- und Dekompensationsfehlstellung differenziert werden, die sich in ihrer Behandlung fundamental unterscheiden können. Als Kompensation wird eine Fehlstellung bezeichnet, die als Ausgleich aufgrund einer zu Grunde liegenden Pathologie angenommen wird. Ist hingegen z.B. ein Gelenkkomplex dekompensiert, so gibt er strukturell nach und entwickelt aufgrund von äußeren oder inneren Reizen Fehlstellungen, die eine direkte

Folge der unphysiologischen Belastung darstellen. Bei der orthetischen Behandlung gilt es stets die zu Grunde liegende Pathologie zu kennen und die Auswahl des geeigneten Hilfsmittels an ihren Ausprägungen zu orientieren.

1. Plantare Versorgung des Fusses - Einlagen

Orthopädische Einlagen (Abb.2) zählen zu den häufigsten Hilfsmitteln, die im Bereich des Fußes zur Anwendung kommen. Die gewünschte Wirkungsweise wird nur mit dem dazugehörigen passenden Schuh und unter Belastung durch das Körpergewicht erreicht [3,11]. Generell können Einlagen gemäß ihrer Wirkungsweise in Kopie-, Korrektur- und



Bettungseinlagen unterschieden werden, je nachdem ob etwaige Beinlängenunterschiede ausgeglichen werden, die zu behandelnde Fehlstellung gestützt oder korrigiert werden soll, oder ob eine kontrakte Situation vorliegt. Im letzteren Falle gilt es, die Kraftübertragung des Fußes zum Boden auf einer möglichst großen Belastungsfläche zu verteilen und den Fuß in einer bestmöglichen Stellung zu betten, so dass auch für die proximaleren Gelenke und Funktionseinheiten die Grundbedingung für ein möglichst physiologisches Stehen und Gehen geschaffen sind.

Im Indikationsbereich der ICP kommt der Einlagenversorgung oftmals die Sonderrolle zu, eine nachbehandelnde bzw. abschulende Maßnahme – z.B. nach erfolgreicher Orthesenversorgung zu erfüllen. Standardisierte und vorgefertigte Einlagentypen, wie sie bei normalen Fußdeformitäten zum Einsatz kommen, funktionieren in diesem Kontext bei Kindern und Jugendlichen mit ICP nicht. Basierend auf dem neuromuskulären Hintergrund des Krankheitsbildes zeigen sich hier im Vergleich zum normalen kindlichen Fuß deutlich schlankere und drucksensible Fußformen, die aufgrund der spastischen Einwirkungen auf die intrinsische und mehrgelenkige Fußmuskulatur bei der Integration von korrigierenden Anstütz- und bettenden Entlastungs-Zonen [5] auf eine stabilisierende schalenförmige Führung des Fußes sowie die anatomisch exakte Berücksichtigung der Fußform bedürfen. Diese, nach individuellem Modell gefertigten Einlagen nennt man daher Sondereinlagen.

Zu diesen Sondereinlagen haben sich über die Jahre hinweg auch sensomotorische Einlagenkonzepte [11] etabliert. Die Grundlage für die konstruktive Gestaltung der senso-

motorischen Einlagen, die mit unterschiedlich stimulierenden Elementen/Zonen konstruiert werden, bildet eine differenzierte klinische Anamnese, bei der sowohl die Bewegungsausmaße der Gelenke, wie auch die Sensibilität der Fußsohle sowie der dazugehörenden Haut und Muskeln zählt [13]. Nach Landauer liegt das Ziel dieser Versorgungsart „in der Zusammenführung der neurologischen Steuerung und der motorisch/mechanischen Umsetzung in eine Bewegung“ [11], resultierend aus einer, durch die sensomotorischen Einlagen erzeugten Aktivierung des myofaszialen Systems (Abb.2,r.u.).

Aufbauend auf dieser Erklärung lassen sich letztendlich auch die indikativen Einsatzgebiete abgrenzen. Während ein gestörter sensorischer Input bei dezenten Deformitäten, wie dies bei Kindern mit ICP vereinzelt zu erkennen ist, positiv beeinflusst werden kann, stellen jegliche Formen der asensiblen Störung und peripheren Nervenläsionen des aktiven Bewegungsapparates, wie man Sie aus Krankheitsbildern wie HSMN, Polyneuropathie, kompletten und inkompletten Querschnittslähmungen, MMC, Poliomyelitis, Muskeldystrophien etc. kennt, eine Kontraindikation für diese Art der Einlagenversorgung dar [11].

Bei der Versorgung des spastischen Fußes mit Einlagen gibt es jedoch klare Grenzen zu beachten. Aus der klinischen Untersuchung, den Druckverteilungsmessungen und anderen geeigneten Methoden sind diese Kontraindikationen klar herauszuarbeiten. Deformitäten, die das obere Sprunggelenk einbeziehen (Spitz-, Hackenfuß), mittlere bis schwere Fehlstellungen mit einer Beteiligung des USG im Inversions- und Eversionssinne, die 3-dimensionale Korrekturwirkungen benötigen sowie eine spastisch- muskuläre Beteiligung der

Wadenmuskulatur an der Fehlstellung überfordern die möglichen Wirkprinzipien einer Einlage und stellen daher Kontraindikationen dar [3,11].

2. Fuß-Orthesen für das obere und untere Sprunggelenk

Orthesen für den Sprunggelenkskomplex sind dann indiziert, wenn die zu behandelnde Fehlstellung mit einer Einlage nicht mehr korrigiert werden kann [11]. Dabei sollte stets das Grundprinzip jeglicher Orthesenversorgungen: „So viel wie nötig, so wenig wie möglich“ zur Anwendung kommen. Im Vergleich zu Einlagen verfügen Orthesen oftmals über

3-dimensional angeordnete Konstruktionen sowie den Einsatz von Materialien mit höheren Steifigkeiten, die in Kombination mit den Anlageflächen und den daraus resultierenden Hebelkräften eine weitaus bessere Korrektur von Fehlstellungen ermöglichen.

Während sich über die Jahre hinweg verschiedene Orthesensysteme etabliert haben, die unter Einbindung von Bodenreaktionskräften gangdynamisch unterstützend und körperauffrichtend wirken (Abb.3,8), dürfen bei der Versorgung von heranwachsenden Kindern und Jugendlichen mit ICP keinesfalls die in den Gelenken korrigierenden Einflüsse vernachlässigt werden.

Abb. 3

Dynamisch unterstützende Orthesensysteme



Indikationsorientierter Einsatz korrigierender Fuß- und Unterschenkelorthesen mit ringförmiger Fußfassung

Ein klassisches Beispiel des funktionell verwirklichten Minimalprinzips der Orthetik ist in dem adaptiven Orthesenkonzept mit ringförmiger Fußfassung nach POHLIG/Baise zu finden. Neben den vielfältigen, an der jeweiligen Indikation und am Gross-Motor-Function-Classification-System (GMFCS-Level) orientierten Versorgungsoptionen im Bereich der unteren Extremität liegt die Zielsetzung dieser Konzeptorthesen in der Sicherung einer bestmöglichen intraartikulären Korrektur der Extremität bei gleichzeitiger wählbarer Adaption der Funktionskomponenten, die den Behandlern letztendlich auch die Berücksichtigung

und Reaktion auf therapeutische Fortschritte ermöglicht.

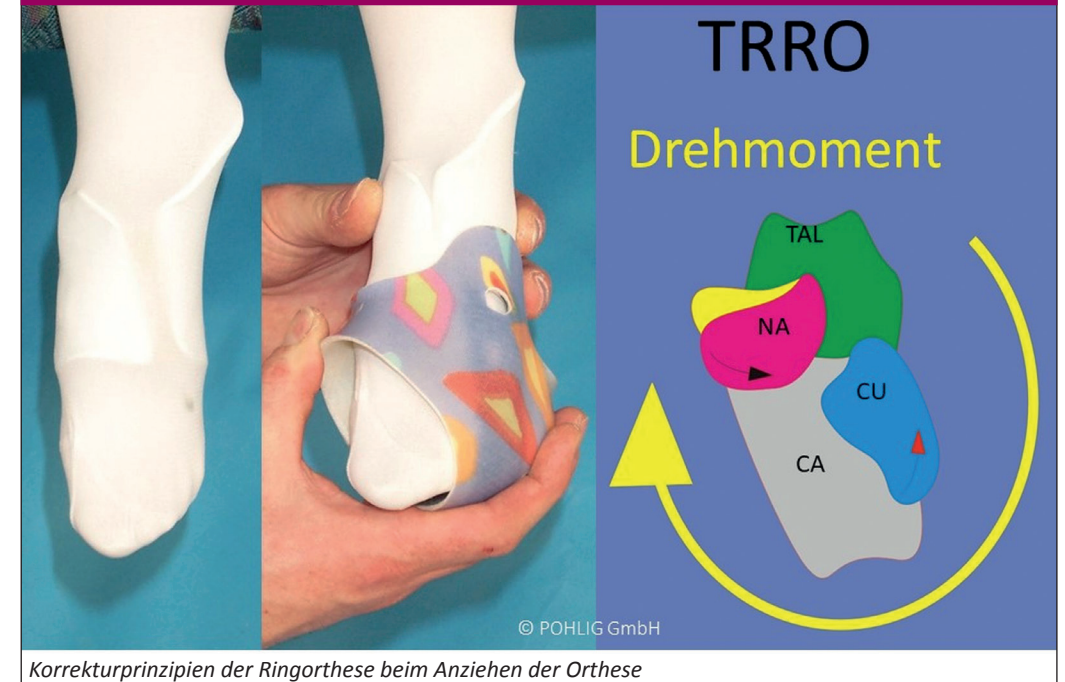
Minimalistischster Vertreter der ringförmig gestalteten Orthesenkonstruktionen ist die TR(Talus-Repositions)-Ringorthese [10]. Diese aus mehreren geschlossenen Ringen und einer fibularen Anlage bestehende Konstruktion, bildet eine externe orthetische Arthrothese über das USG und ermöglicht dadurch die Sicherung einer zuverlässigen 3-dimensionalen Korrektur eines mittel- bis schweren Knick-Senkfußes bei voll umfänglichem Bewegungserhalt der benachbarten Gelenke im Rück-, Mittel- und Vorfuß sowie im OSG. Da-

Abb. 4



Die TR-Ringorthese nach Pohlig/Baise

Abb. 5



Korrekturprinzipien der Ringorthese beim Anziehen der Orthese

bei richtet sich die TR-Ringorthese (Abb.4) in ihrer Konstruktion nach der zu behandelnden Pathologie. Bei Betrachtung des Knickfußes von frontal kann man klar erkennen, dass die abknickende Bewegung des Rückfußes eine Rotationsbewegung unter Einbindung der an der Chopartschen Gelenklinie beteiligten Knochen Os Naviculare und Os Cuboideum darstellt. Diese Verdrehung des Rückfußes wird durch eine auflösende Gegendrehung beim Anziehen der Orthese in Spitzfußstellung korrigiert (Abb.5).

Eine Spitzfußstellung während des Anziehvorgangs garantiert dabei, dass die talonaviculare Gelenkebene wieder in die physiologische Stellung bewegt und in dieser korrigierten Position durch die TR-Ringorthese stabilisiert wird. Die zum USG benachbarten Gelenke

bleiben in der Konstruktion frei und können die von ihnen geforderten physiologischen Bewegungen entfalten. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Orthese nur mit geeignetem Schuhwerk mit stabiler Fersenkappe die gewünschte Korrekturwirkung in vollem Umfang entfalten und sichern kann.

Damit folgt die Ringorthese dem Minimalversorgungsprinzip und schränkt nur die pathologische Bewegung ein, die es zu korrigieren gilt. Bei korrekter Indikation kann sie als „physiologische Orthese zur Korrektur des Knickfußes“ bezeichnet werden (Strobl et al. 2021, S 393 [11]).

Als Kontraindikationen zeigen sich unter anderem kontrakte Fehlstellungen, hohe Dehnungswiderstände der Muskulatur und

Spitzfußkomponenten, die in einem eigenen Untersuchungsschritt, der im Folgendem noch erläutert wird, ausgeschlossen werden müssen [10].

Die orthetische Versorgung des Klumpfußes ohne Spitzfußkomponente kann über ein ähnliches Prinzip wie das der TR-Ringorthese erfolgen. Bei einer korrigierbaren Klumpfußfehlstellung reponiert die CR (Calcaneus-Rotations) Ringorthese (Abb.6) in gleicher Art die USG-Fehlstellung im Eversionssinne. Durch eine Ringkonstruktion mit rigidem Fersenverschlußsystem, einer Anlage an der Tibia und Anlagen zur Korrektur der Vorfußadduktion

folgt die CR-Ringorthese dem gleichen Minimalprinzip der externen Stabilisation in korrigierter Fußstellung [1].

Bei Fußdeformitäten, bei denen keine Beteiligung der Wadenmuskulatur vorliegt, eine Rückfußverriegelung durch eine Ringorthese nicht ausreicht und der Mittel- bis Vorfuß mit einbezogen werden soll, kann auf zirkulär geschlossene und langsohlig gestaltete Steigbügelorthesen zurückgegriffen werden. Diese kann in unterschiedlichen Gestaltungsvarianten ausgeführt werden. Hierbei gilt bei der Auswahl der Materialien (z.B. 3-D Printkunststoffe wie z.B. Polyamid 11 oder Faserver-

Abb. 6



© POHLIG GmbH

Die Calcaneus-Rotations-Ringorthese für redressierbare Klumpfußdeformitäten

Abb. 7



© POHLIG GmbH

Dynamische Sprunggelenks-Orthese im 3D-Druck-Verfahren

Steigbügelorthese mit ringförmiger Fußfassung

Zirkulär stabilisierend versus ringförmig korrigierend am Beispiel der dynamischen AFO (Ankle Foot Orthosis) und der Steigbügelorthese

bundwerkstoffe wie z.B. Karbonfasern) darauf zu achten, welchen Belastungen die Orthesen entgegenwirken müssen. Bei den leichteren 3D-gedruckten oder tiefgezogenen Konstruktionen können leichte bis mittelschwere Fußfehlstellungen in korrigierter Position stabilisiert werden. Eine Dynamic Ankle Foot Orthosis in Printtechnik (Abb. 7 links) hilft den Fuß bis zu den Grundgelenken zu stabilisieren. Diese Sicherung der korrigierten Position wird durch die Wechselwirkung mit der Bodenreaktionskraft erreicht und - im Gegensatz zur Ringorthese - nur unter Belastung erzielt.

Dem Prinzip der ringförmigen Stabilisation des Rückfußes folgend, kann die aus Faser-

verbundwerkstoffen gefertigte Steigbügelorthese bei schwer korrigierbaren bis leicht kontrakten Fehlstellungen ohne Wadenmuskulaturbeteiligung zum Einsatz kommen. Die Steigbügelorthese (Abb. 7 rechts) besitzt gegenüber der DAFO eine gleichbleibend definierte Form und ein definiertes Volumen, wodurch eine kontinuierliche Korrekturwirkung erzielt werden kann. Durch die rigide Konstruktion der ringförmigen Fußfassung können auf diese Weise schwere Fehlstellungen, wie schwere reponierbare Talusluxationen beim Knickfuß, schwere USG Instabilitäten und unter anderem teilkontrakte Fehlstellungen, zuverlässig in korrigierter Position gesichert werden [11].

3. Unterschenkel - Orthesen für gelenkübergreifende Deformitäten, z.B. Spitzfuß

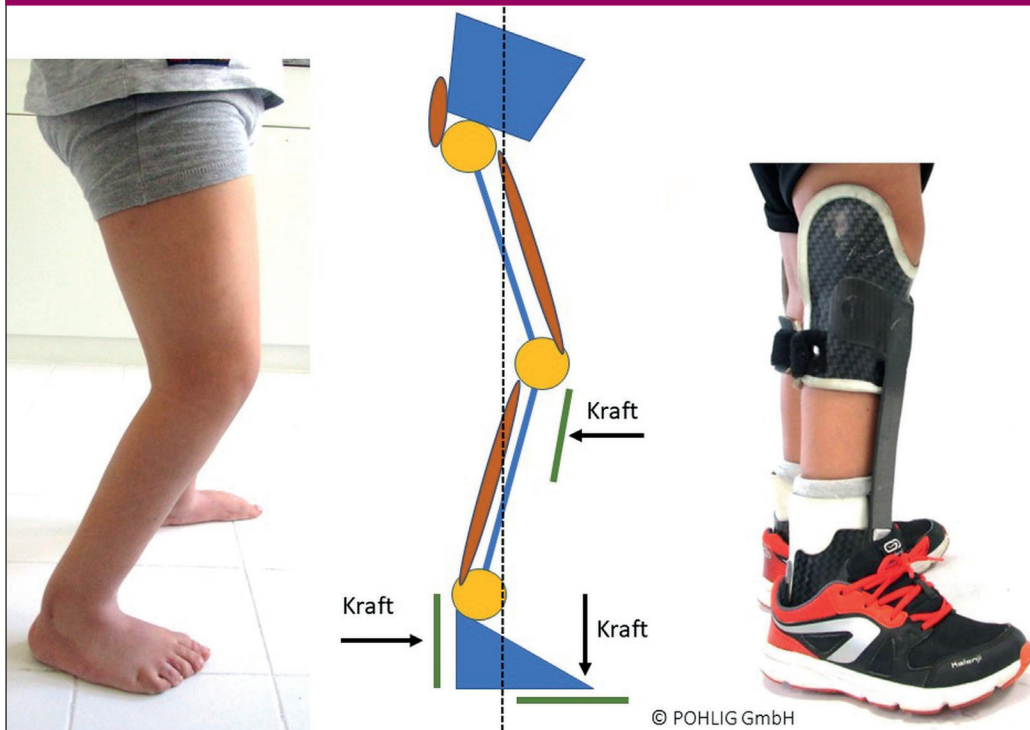
In der orthetischen Versorgung erzielt man aber nicht nur durch korrigierende Gegen-drehmomente Verbesserungen. Die gezielte Beeinflussung der Gelenkpositionen unter Ausnutzung der Bodenreaktionskräfte ist eine weitere Funktion, die man mit Orthesen sehr gut abbilden kann. Diese Möglichkeit kommt dann zum Tragen, wenn insuffiziente Muskeln nicht die benötigten Drehmomente zum aufrechten Stand und Gang aufbringen können (Abb. 8 li.).

Bei der spastischen CP wird dieser Effekt ge-

nutzt um in Kombination mit einer orthetischen Fußkorrektur die gewünschten Therapieziele zu erreichen.

Diesem Prinzip (Abb. 8 mi.) folgt die Ventro-dyn-Orthese (Abb. 8 re.). In Kombination mit der Ringfassung am Fuß kann eine Fußkorrektur in Verbindung mit einer ausreichend starken kniestreckenden Wirkung erzielt werden. Auf diese Weise können die vorhandenen, jedoch insuffizienten kniestabilisierenden Muskeln so unterstützt werden, dass ein besseres Gangbild realisiert werden kann. Die Federwirkung der Ventro-dyn-Orthese kann über die konstruktive Dimensionierung

Abb. 8



Biomechanische Darstellung der Knie-streckenden Wirkung (links), realisiert am Beispiel der VentroDyn-Orthese

und die Formgestaltung beeinflusst werden. Wenn eine geringgradigere biomechanische Wirkung ausreichend ist, kann auf die Konstruktion einer Spiralorthese zurückgegriffen werden (Abb. 4, 2.v.re.). Diese mit einem aus in Carbon-Prepreg-Verfahren gefertigten Rahmen und einer zirkulär gefertigten dynamischen AFO verfolgt die gleichen Ziele wie eine Ventro-dyn Orthese, kann diese konstruktionsbedingt jedoch nur bis zu einem gewissen Schweregrad erfüllen. Das zirkulär und nicht in einer Ringfassung gearbeitete Fußteil ist bei geringergradigen Fußfehlstellungen indiziert, die sich leicht korrigieren lassen und kein vordefiniertes Volumen des Fuß-teils benötigen. Darüberhinaus ist darauf zu achten, dass mit einer Spiralorthese geringere Drehmomente aufgebaut werden können und die kniestreckende Wirkung bei Kauergängen zu- meist nicht ausreichend ist.

Zur Unterstützung und weiteren Modifikation der biomechanisch wirkenden Vorfuß- und Rückfußhebel können Negativ- und Positiv-

absätze an den Schuhen in Kombination mit der Orthese zum Einsatz kommen. Soll eine stärkere kniestreckende Wirkung erzielt werden, kann eine Erhöhung des Schuhs unter dem Vorfuß oder ein Negativabsatz helfen. Auf der anderen Seite können Absatzerhöhungen und Schleppabsätze die Kniebeugung fördern. Neben der Gelenkinematik beeinflussen diese Art von Schuhzurichtungen ebenfalls den Energieaufwand beim Gehen und müssen innerhalb der Anprobe mit den gewünschten Zielen der Kinematik abgewogen werden (Abb.9). Zur erleichterten Einleitung der Schwungphase haben sich ebenso Ballenrollen bewährt, die durch eine verkürzte Unterstützungsfläche des Schuhs den Vorfußhebel reduzieren und in der terminalen Standphase die Kniebeugung zum Übergang in die Schwungphase unterstützen.

Für Orthesen zur Korrektur des Rückfußes ohne Einfassung des Mittel- oder Vorfußes stellt ein Spitzfuß eine klare Kontraindikation dar. Die Gefahr der Bildung eines sekundären

Abb. 9



Schuhzurichtungen zur biomechanischen Beeinflussung des Kniegelenkes in der Sagittalebene – ergänzend zur Unterschenkel-Orthese: Schleppabsatz (links,wirkt kniebeugend) und Negativabsatz (rechts, wirkt kniestreckend)

Schaukelfußes ist durch eine klar definierte klinische Untersuchung des zu versorgenden Fußes auszuschließen.

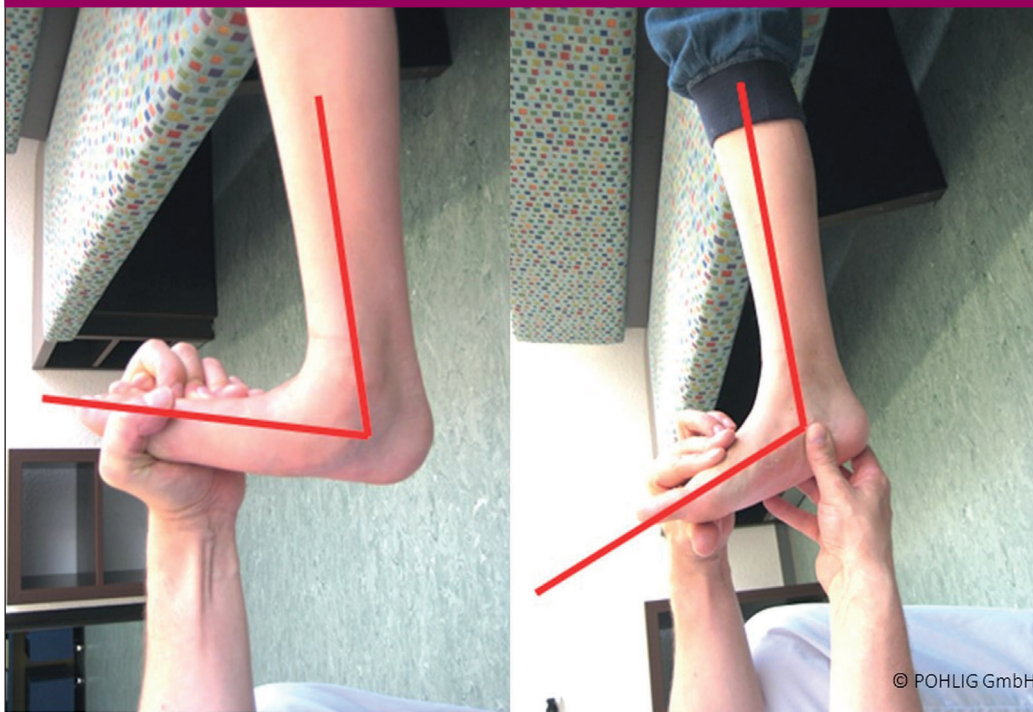
Ein sekundärer Schaukelfuß kann dann auftreten, wenn die beim Gang entstehenden Dorsalextensionsmomente durch die Bodenreaktionskraft nicht mehr durch die Fußstrukturen aufgefangen werden können und eine Dekompensation auftritt. Infolgedessen geben die Mittelfußstrukturen nach und es kommt zu einer Durchbiegung des Fußes.

Bei der Auswahl der passenden orthetischen Versorgung ist vor der Konfiguration zu klären, ob der zu behandelnde Fuß eine Spitzfußkomponente aufweist, in wie weit sich diese Komponente korrigieren lässt und welche

begleitenden Deformitäten vorhanden sind. Klump- und Knickfüße können bei der klinischen Untersuchung oft eine Spitzfußfehlstellung überdecken (Abb.10). Man spricht hier von einem so genannten „maskierten“ Spitzfuß [4].

Zur zuverlässigen Messung der Dorsalextensionsbeweglichkeit ist der Rückfuß vor der klinischen Untersuchung im USG achsengerecht zu korrigieren, um eine Verfälschung und letztendlich eine Fehlversorgung zu vermeiden. Ein weiterer Punkt der unbedingt bei der klinischen Untersuchung beachtet werden muss, liegt in der Erkennung des für den Spitzfuß verantwortlichen Muskelanteils. Es zeigt sich, dass sich je nach Ausprägung der Spas-

Abb. 10



Wird klinisch gerne übersehen: Der „maskierte“ Spitzfuß

© POHLIG GmbH

Abb. 11



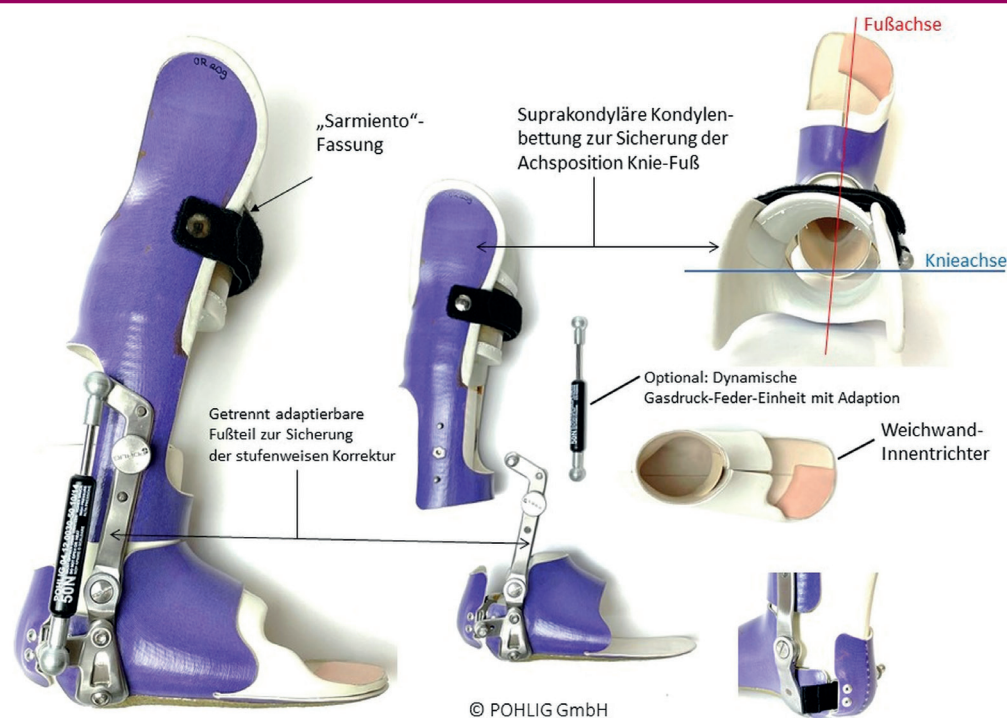
Darstellung des Silverskjöld-Tests a: Entspannen des m. gastrocnemius durch Knieflexion, Fixierung des Rückfußes, Dorsalextension erreichbar. b: Streckung des Knies, demzufolge mm. soleus et gastrocnemius gespannt, Fuß erreicht Dorsalextension nicht, Verkürzung des m. gastrocnemius. [11]

© POHLIG GmbH

tik die überaktiven Muskeln unterscheiden. Demnach ist der m.gastrocnemius bei einer bilateralen CP hauptsächlich mit einer Überaktivität für eine Ausprägung eines Spitzfußes verantwortlich, wohingegen bei einer unilateralen CP sowohl der m. soleus als auch der m.gastrocnemius zur Überaktivität neigen [7]. In der klinischen Untersuchung kann mit dem Silverskjöld-Test (Abb. 11) festgestellt wer-

den, ob der m. gastrocnemius verkürzt ist oder durch eine Überaktivität eine Spitzfußstellung provoziert. Ein gezieltes Ausschalten des Einflusses des m. gastrocnemius, durch die Flexion des Knies auf die Dorsalextensionsfähigkeit des Fußes kann die Dehnungsfähigkeit des m. soleus getestet werden. Wenn der Fuß bei gestrecktem Knie in Spitzfußstellung verbleibt, jedoch in Kniebeugung eine

Abb. 12



Konstruktionsmerkmale einer Unterschenkel-Tag-Nachthorthese mit ringförmiger Fußfassung zur Spitzfußbehandlung

volle Dorsalextension erreicht, kann der m. soleus als verkürzter Muskel ausgeschlossen werden [4,12].

Bei der Untersuchung des Ganges eines Spitzfußgehers fällt auf, dass bei einer schwereren Ausprägung ausschließlich der Vorfuß belastet wird und die Ferse nur geringe Lasten aufnimmt. Diese vermehrte Vorfußbelastung erzeugt ein starkes Dorsalextensionsmoment in den Fußstrukturen, die sich langfristig der Belastung anpassen. Eine Folge ist das Nachgeben der Mittelfußstrukturen und ist die Ausprägung von sekundären Fußfehlstellungen, wie die des Pes valgus oder varus ab equino und eine Atrophie des Fersenfettgewebes auf

der ipsilateralen Seite [3]. Aufgrund der hohen Prävalenz einer Spitzfußfehlstellung bei der CP Erkrankung, entstammen die meisten spastischen Fußfehlstellungen aus einem anfänglichem Spitzfuß [8].

Somit muss die Orthesenversorgung diese komplexe Deformität miteinbeziehen und alle vorhandenen Fehlstellungskomponenten entsprechend berücksichtigen [3]. Im Falle einer alleinigen Verkürzung des m. soleus, kann diese Variante des Spitzfußes mit einer Unterschenkelorthese sehr gut therapiert werden. Dabei muss der Rückfuß gemäß dem Prinzip der ringförmigen Fußfassung vor der Korrektur in einer Dorsalextension verriegelt

werden. Dies geschieht bei der dargestellten Unterschenkelorthese (Abb.12) während des Anziehvorgangs durch ein separat adaptierbares Fußteil, welches erst nach dem korrigierenden Anziehen auf den Fuß mit dem Unterschenkelanteil der Orthese verbunden wird. Der korrigierte Fuß, kann somit ohne Ausgleichsbewegungen in der Orthese zuverlässig korrigiert werden, während die oftmals verkürzte und spastische Wadenmuskulatur kontinuierlichen Dehnungsreizen ausgesetzt wird. Ohne eine solche Konstruktion besteht ein erhebliches Risiko, dass der Fuß in der Orthese, wie in Abbildung 12 bei der klinischen

Untersuchung dargestellt, in eine varische oder valgische Fehlstellung abweicht und man nur augenscheinlich eine Korrektur in die Dorsalextension erreicht. Wenn man die Fehlstellungen in all ihren Ausprägungen in der Orthese korrigiert hat, gilt es das Korrekturergebnis zu halten.

Ohne eine femorale Kondylenbettung an der Unterschenkelorthese kann die Fußachse nicht physiologisch achsengerecht zum Kniegelenk eingebettet werden. Die Folge wäre, dass die Unterschenkelorthese um den Unterschenkel rotiert und folglich keine physiologische Achsenposition gesichert werden kann.

Abb. 13



Oberschenkel-Anschlußorthese zur Unterschenkelorthese (links); Dynamische Korrektur – realisiert durch ein im Wirkungsgrad einstellbares Gasdruckfedersystem (rechts)

Nur weil ein Fuß in einer Orthese fixiert ist, heißt das nicht, dass dieser Fuß auch korrigiert ist.

4. Adaptive funktionsgebende Erweiterungsmöglichkeiten mit Oberschenkelhülsen und Defizit-orientierten Funktionszusätzen

Wenn auf der anderen Seite der zweiköpfige und knieübergreifende m. gastrocnemius an der Fehlstellung beteiligt ist, sind alle vorherigen Prinzipien ebenso anzuwenden, nur ist es an dieser Stelle notwendig, das Knie in die Therapie mit einzubeziehen. Bei einem gebeugten Knie, dass der knieüberspannende Anteil des m. trizeps surae nicht gedehnt werden. Demzufolge ist das Knie mit einer an die Unterschenkelorthese adaptierbaren Oberschenkelhülse zur Dehnung in einer bestmöglich gestreckten Stellung zu halten (Abb.13).

Die separate Adaptionfähigkeit der Oberschenkelhülse ermöglicht die Erweiterung von einer Unterschenkelorthese zur Oberschenkelorthese. Sie begünstigt sowohl den wahlweise temporären Einsatz der Oberschenkelhülse – z.B. zur Sicherstellung einer bestmöglichen kontinuierlichen Dehnungswirkung durch die Orthesenversorgung in der Nacht – als auch den wahlweise temporären oder kontinuierlichen Einsatz im Alltag, der das Anpassen der Versorgung an entsprechende funktionale Notwendigkeiten und Therapiefortschritte ermöglicht.

Grundsätzlich empfehlen sich für das Kniegelenk Gelenksysteme mit dynamischer Korrekturweise. Bevorzugt kommen aufgrund der systemisch bedingten flachen Federkennlinie, welche sich im Vergleich zu normalen mechanischen Federsystemen proportional zu den einwirkenden Kräften verhält, Gasdruckfeder-

systeme zum Einsatz. Diese können in feinen Abstufungen auf die einwirkenden Kraftverläufe des Kindes angepasst werden und im Rahmen der therapeutischen Trainings- und Überprüfungsintervalle auch demontiert werden.

Besondere Beeinträchtigungen der Gehfähigkeit bestehen bei Kindern und Jugendlichen mit CP immer dann, wenn Adduktorenspastiken ein regelhaftes Fortschreiten der Beine verhindern. Diese können oftmals so ausgeprägt sein, dass die Betroffenen nicht in der Lage sind, die Beine aneinander vorbeizuführen. Hier können sowohl konservative wie auch post-operative Versorgungssituationen angezeigt sein [8]. Zum Einsatz kommen sowohl spezifische Nachtlagerungs-Orthesen wie auch spezifische Gehorthesen, welche diese Adduktorenspastiken bestmöglich im Abduktionssinne beeinflussen.

In der Nachtlagerung haben sich Abduktionsorthese mit dynamischer Abduktionswirkung wie z.B. die PHAO-Orthese (Pohlig-Hüft-Abduktions-Orthese) besonders bewährt. Sie ermöglichen den Kindern nachts ein eigenständiges Drehen mit angezogener Orthese und gewährleisten auch im Falle einschließender Adduktionsspastiken ein adaptives schmerzreduzierendes Trageverhalten. (Abb. 14).

Im Alltag sind dynamisch abduzierende Orthesensysteme der Adduktionsspastik zu meist unterlegen – hier bedarf es neben der Ermöglichung einer geführten Schrittfolge auch einer entsprechenden seitstabilen Konstruktion der bewegungsführenden Einheiten. Eine wichtige Anforderung, die diese Systeme bewerkstelligen sollten, ist in dem Ermöglichen einer schrittverlängernden Bewegung zu sehen.

Abb. 14



PHAO-Nachtlagerungsorthese mit Gasdruckfedereiheit zur dynamischen Korrekturlagerung, links: als eigenständige Orthese, rechts: an vorh. Orthesen adaptiert

Ebenso sollten rotatorisch einwirkende Kräfte abgebildet sein, da diese in der Gangabwicklung grundsätzlich auftreten. Grundsätzlich können die Gehorthesen (Abb.15) in ihrer Ausführung so konstruiert werden, dass über den integrierten Adaptionmechanismus auch die dynamische Abduktionskorrektur für die Nacht angedockt werden kann.

5. Fazit

Die Ziele derart komplexer orthetischer Versorgung müssen im interdisziplinären Team mit Arzt, Therapeut, Techniker und zusammen mit dem Patienten und seiner Familie besprochen und in ihrer konkreten Umsetzung geplant werden. Das anfängliche Tragen von z.B. Oberschenkelhüllen Orthesen kann für viele Kinder und Jugendliche zunächst überfor-

dernd sein. Durch ein Herantasten und erste Erfolgserlebnisse steigt jedoch mit der Zeit die Akzeptanz und es zeigen sich erste Therapiefortschritte. Bei Therapieerfolg muss es möglich sein, die Orthese an diesen Fortschritt anzupassen und z.B. nach einer erfolgreichen Dehnung des m. gastrocnemius vorhandene Funktionseinheiten, wie z.B. eine adaptierbare Oberhülse mit dynamischer Streckkorrektur, wieder abbauen zu können.

Zusammenfassend ist es wichtig zu betonen, dass sich die Orthese stets nach den individuellen Gegebenheiten des Patienten ausrichten hat. Eine „one fits all“ Lösung erzeugt inakzeptable Kompromisse, die nicht eingegangen werden müssen. Die beste Orthese schränkt den Körper nur so stark ein wie es unbedingt sein muss, korrigiert die Fehlstel-

Abb. 15



Adaptierbare 3D-Schrittführungshilfe mit 2-dimensionalem adaptiven Gelenksystem

lungen in ihren Komponenten vollständig und orientiert sich zudem an den erreichten Therapiefortschritten.

In der konservativen und postoperativen Versorgung von Patienten mit CP muss der interdisziplinäre Konsens stets an einer bestmöglichen Lenkung des Körperwachstums und der bestmöglichen Funktionsverbesserung orientiert sein.

Für die Autoren:

Thomas Wetzelsperger, MSc

POHLIG GmbH

Grabenstätter Str. 1

83278 Traunstein

E-Mail: Thomas.Wetzelsperger@pohlig.net

Literatur

- [1] Baise, M., Pohlig, K., Neues Behandlungskonzept des spastischen Klumpfußes mit der Calcaneus-Rotations-Ringorthese, MEDIZINISCH ORTHOPÄDISCHE TECHNIK (2004) 61–70.
- [2] Baise, M., Pohlig, K., Behandlung des reversiblen dynamischen Spitzfußes mittels Unterschenkelorthesen mit ringförmiger Fußfassung, MEDIZINISCH ORTHOPÄDISCHE TECHNIK 3(2005) 1-19.
- [3] L. Döderlein, Infantile Zerebralparese: Diagnostik, konservative und operative Therapie, 2nd ed., Springer, Berlin, 2015.
- [4] L. Döderlein, W. Wenz, U. Schneider, Fussdeformitäten: Der Spitzfuß/Der Hackenfuß, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, s.l., 2004.
- [5] J. Grifka, Einlagen, Schuhzurichtungen, orthopädische Schuhe: Indikation, Verordnung, Ausführung ; 5 Tabellen, 3rd ed., Enke, Stuttgart, 1997.
- [6] Kedem, P., Scher, D.M., Foot deformities in children with cerebral palsy, Current opinion in pediatrics 27 (2015) 67–74.
- [7] Koman, L.A., Smith, B.P., Barron, R., Recurrence of equinus foot deformity in cerebral palsy patients following surgery: a review, Journal of the Southern Orthopaedic Association 12 (2003) 125-33, quiz 134.
- [8] O'Connell, P.A., D'Souza, L., Dudeney, S., Stephens, M., Foot deformities in children with cerebral palsy, Journal of pediatric orthopedics 18 (1998) 743–747.
- [9] J. Perry, J.M. Burnfield, Gait analysis: Normal and pathological function, 2nd ed., SLACK, Thorofare, NJ, 2010.
- [10] Pohlig, K., Baise, M., Die TR-Ringorthese, Orthopädie Technik 9 (1994) 838–850.
- [11] W. Strobl, N. Schikora, E. Pitz, C. Abel, Neuroorthopädie - Disability Management: Multiprofessionelle Teamarbeit und interdisziplinäres Denken, 1st ed., Springer Berlin; Springer, Berlin, 2021.
- [12] Westhoff, B., Weimann-Stahlschmidt, K., Krauspe, R., Spastischer Spitzfuß, Der Orthopäde 40 (2011) 637–647.
- [13] Baumgartner R, Möller M, Stinus H; Orthopädie-Schuhtechnik, 3. Überarbeitete Auflage, Maurer Verlag Geislingen (2018); S.52