

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αποτελεσματικότητα των αισθησιοκινητικών πελμάτων σε παιδιά με αυξημένη έσω στροφή

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των αισθησιοκινητικών πελμάτων σε παιδιά που εμφανίζουν έσω στροφή κατά την βάδιση. Μελετήθηκαν 14 παιδιά και χρησιμοποιήθηκε διάδρομος ανάλυσης βάδισης.

Οι μετρήσεις με τον διάδρομο ανάλυσης βάδισης έδειξαν την αποτελεσματικότητα των πελμάτων ιδιοδεκτικότητας στην διόρθωση της έσω στροφής καθώς και την μακροχρόνια σημαντική ενίσχυση του αποτελέσματος όταν η χρήση τους συνδυάζεται με φυσικοθεραπευτική πράξη.

Johanna Dreesen, Robert Kuhn, Klaus Peikenkamp:

Wirksamkeit sensomotorischer Einlagen bei Patienten mit innenrotiertem Gang

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, ob sich mit Hilfe sensomotorischer Einlagen das innenrotierte Gangbild von Kindern beeinflussen lässt. Es wurden dafür 14 Probanden mittels eines instrumentierten Laufbandes messtechnisch erfasst.

Im Verlauf der Untersuchung sollte zum einen der Frage nachgegangen werden, ob durch sensomotorische Einlagen ein Einfluss auf das Gangbild der Probanden genommen werden kann und zum anderen, ob dieser Effekt sich durch ein parallel ausgeführtes Training verstärken lässt.

Durch die statistische Auswertung konnte die Wirksamkeit der sensomotorischen Einlagen belegt werden. Darüber hinaus wurde ein positiver Einfluss durch das Training nachgewiesen.

Das innenrotierte Gehen ist eine häufig bei Kindern beobachtete Gangvariante. Bis zu einem Alter von fünf bis sechs Jahren ist dies physiologisch, solange Fehlbildungen an der Hüfte ausgeschlossen werden können. Im Laufe des Wachstums kommt es durch die laterale Derotation der unteren Extremität zur physiologischen Außenrotationsstellung von ungefähr elf Grad [1]. Ist dies jedoch nicht der Fall, muss überlegt werden, wie die Behandlung dieser Kinder aussehen könnte. Seit einigen Jahren werden Rotationsfehlstellungen mit Hilfe von sensomotorischen Einlagen therapiert. Über eine Veränderung des sensorischen Inputs an der Fußsohle soll Einfluss auf den menschlichen Regelkreis genommen werden. Beobachtungen und Berichte aus der Praxis deuten darauf hin, dass dieser dynamische Ansatz der Versorgung Erfolg bringt.

Es war jedoch bisher wissenschaftlich nur schwer möglich diese Beobachtungen mit Hilfe von Studien zu belegen. Durch diese Untersuchung soll versucht werden, einen Beleg für die Wirksamkeit von sensomotorischen Einlagenelementen in der Therapie von Innenrotationsfehlstellungen zu erbringen. Es wurden dafür folgende Fragestellungen untersucht:

- Lässt sich das innenrotierte Gehen bei Kindern mittels sensomotorischer Einlagen beeinflussen?
- Nimmt eine Kombination aus Einlage und Training größeren Einfluss auf das Therapieziel als das alleinige Tragen der Einlagen?
- Ist der berechnete Winkel ein valider Parameter zur Untersuchung dieser Fragestellungen?

Besonderheiten des innenrotierten Gangbildes

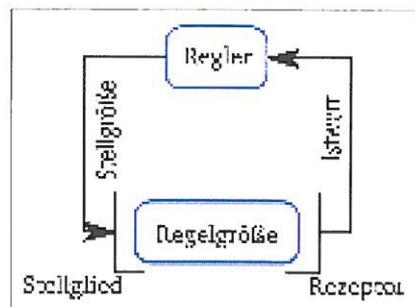
Nach Laufbeginn ist bei vielen Kindern eine große Bandbreite unterschiedlicher Gangmuster zu erkennen, die sich erst im Laufe der Entwicklung dem physiologischen Bewegungsablauf annähern. Dies ist ein normaler Vorgang, der etwa mit dem Alter von fünf bis sechs Jahren ab-

geschlossen ist [2]. Häufig wird jedoch beobachtet, dass auch über dieses Alter hinaus Kinder ein innenrotiertes Gangbild aufweisen. Dabei werden die Füße medial rotiert aufgesetzt. Die Abrollung erfolgt über die Zehen III-V. Die Stärke der Rotation ist dabei sehr unterschiedlich und häufig auf einer Seite stärker ausgeprägt. Diese sogenannte Toe-in-Position führt zu einer funktionellen Beinverlängerung und reduziert somit die Effizienz der Fortbewegung.

Die Entscheidung, ab wann eine Therapie indiziert ist, wird in der Literatur ausgiebig diskutiert. Klare Kriterien scheint es allerdings nicht zu geben. Über die Versorgung mit tonusbeeinflussenden Hilfsmittel versucht man bei funktionellen Einschränkungen das Gangbild im Sinne einer Außenrotation zu verbessern, um ein effizienteres Gehen zu ermöglichen.

Wirkprinzip sensomotorischer Einlagen

Der menschliche Körper ist in der Lage seine Stellung gegenüber der Schwerkraft zu halten (Stützmotorik), sowie Bewegungen kontrolliert auszuführen (Bewegungsmotorik). Mit Hilfe des körpereigenen sensomotorischen Systems (siehe Abb. 1) können Störgrößen aus der Umwelt erkannt, korrigiert und ausgeglichen werden. Innerhalb dieses Regelkreises wird der Ist-Zustand des Gelenkes und der Muskulatur gemessen. Über die afferenten Nervenbahnen wer-



1 Vereinfachte Darstellung eines Regelkreises.

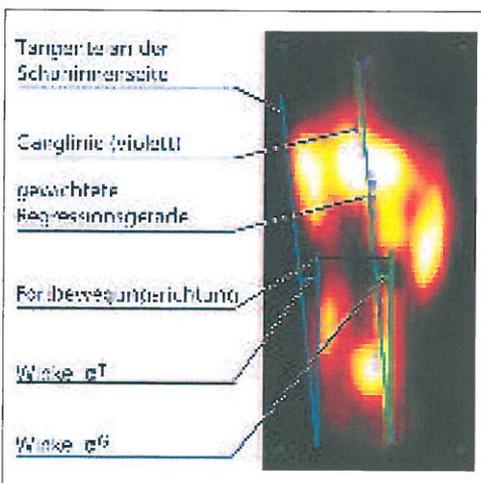
Anschrift für die Verfasser:

B. Eng. Technische Orthopädie
 Johanna Dreesen (geb. Sudholt)
 Hasenbergstraße 113
 70176 Stuttgart
 E-Mail: j@dreesen.net

2 Fußabdruck mit den Elementen zur Korrektur der Innenrotation. Die roten Kreuze markieren die höchste Stelle des Elementes [11].



3 Training mithilfe von Gummizügen, die eine verstärkte Innenrotation provozierten.



4 Die Winkel α^T (blau) und α^G (grün) die zur Beurteilung der Hypothesen herangezogen werden.

den die durch die Rezeptoren erhobenen Daten an das Regelzentrum weitergeleitet und dort mit dem gegebenen Soll-Wert des zentralen Nervensystems verglichen. Nach dem Vergleich der beiden Werte wird über die efferenten Nervenbahnen eine neue Stellgröße an die Muskulatur zurückgegeben.

Die Propriozeption (lateinisch proprius „eigen“ und recipere „aufnehmen“) ist ein Teilgebiet des sensomotorischen Systems. Sie beschreibt die Eigenwahrnehmung des menschlichen Körpers und ist somit wichtiger Bestandteil des körperinternen Regelkreises. Die Rezeptoren der Propriozeption tragen Informationen zur Bewegungssteuerung bei. Sie nehmen die Stellung des Körpers im Raum wahr, geben Auskunft über die derzeit durchgeführte Bewegung, sowie die dafür benötigte Muskelkraft.

Sensomotorische Einlagen sollen durch ihre speziell ausgearbeitete Oberfläche das sensomotorische System des Patienten so beeinflussen, dass über den körperinternen Regelkreis die Fußfehlstellung verbessert, beziehungsweise das Gangbild günstig korrigiert wird. Durch das ständige Tragen sollen die neuen Bewegungsmuster wiederholt und schließlich automatisiert werden. Das wesentliche Prinzip der sensomotorischen Einlagen liegt in der Muskelaktivierung und Tonusbeeinflussung [3].

Die Einlagenvorsorgung hat laut Jahrling und Rockenfeller [4] das Ziel, durch die veränderte Positionierung des Fußes auf der Einlage den Regelkreis des Patienten so zu beeinflussen, dass eine neue Bewegungsstrategie erarbeitet werden muss. Dazu müssen alle Gelenke des Fußes eine physiologische Beweglichkeit aufweisen, damit die durch die Muskelaktivierung neuen Bewegungsmuster auch ausgeführt werden können. Laut Fischer [5] wird vermutet, dass sich durch ein Annähern der Sehnenenden der Muskelverlauf verkürzt. Im Gegensatz verringert sich die Muskelaktivität, wenn die Distanz zwischen den Sehnenenden sich vergrößert.

Methodik

Probandenauswahl

An dieser Studie nahmen 14 Probanden (11w, 3m) im Alter zwischen sechs und 15 Jahren teil. Um an der Messung teilnehmen zu können, mussten sie den Kriterien der Eingangsuntersuchung entsprechen. Die Untersuchung bestand aus der Messung der Gelenkbeweglichkeiten der unteren Extremität mittels eines manuellen Goniometers, sowie aus einer

Reihe von Muskelfunktionstest. Dabei wurde festgestellt, ob die Gelenke der Probanden frei beweglich sind und ob sie in der Lage sind alle Bewegungen des Sprung-, Knie- und Hüftgelenks zeitnah und kräftig anzusteuern. Ausschlusskriterien waren eine ungenügende Gelenkbeweglichkeit und Muskelfunktion, sowie die Unfähigkeit frei auf dem Laufband gehen zu können.

Bauweise

sensomotorischer Einlagen

Die für die Messungen dieser Studie verwendeten Einlagenelemente des sensomotorischen der Firma Schein bestehen aus verschiedenen Elementen (Bars), die auf ein flaches Trägermaterial aufgebracht werden. Wie in Abb. 2 zu sehen ist, werden für die Korrektur des innenrotierten Gangbildes typischerweise vier Elemente gesetzt. Die beiden Fersenelemente richten den Calcaneus auf und erhöhen die Beinstabilität und die Standsicherheit. Das außen erhöhte Retrobar dreht den Fuß nach lateral und wirkt so gegen die Innenrotation. Das Zehenbar unterstützt die Rotationswirkung des Retrobars und erhöht die Grundspannung bei instabilen Fußwölbungen [6].

Die vier Elemente werden so gesetzt, dass der höchste Punkt des Zehen- und Retrobars am lateralen Rand liegt (rotes x in Abb. 2). Das mediale Längsgewölbe und der laterale Gegenhalt werden entsprechend des Abdrucks positioniert, wobei die höchste Stelle des lateralen Bars in Richtung des Vorfußes zeigt.

Messdurchführung

Zur Erfassung der Gangparameter wird das Laufband mit integrierter Kraftverteilungsmessensorik „FDM-T“ der Firma Zebris Medical GmbH verwendet. Es handelt sich hierbei um eine Messmatrix aus kapazitiven Drucksensoren, die sich unterhalb der Lauffläche des Laufbandes „ergo_run Premium 8“ der Firma Daum Electronic befindet. Alle Probanden erhielten zu Beginn ausreichend Zeit, um sich an das Gehen auf dem Laufband zu gewöhnen und ihre persönliche Gehgeschwindigkeit festzulegen.

Die Messungen wurden in drei Messbedingungen eingeteilt:

1. Messung im Neutralschuh,
2. Messung im Neutralschuh mit der sensomotorischen Einlage,
3. Messung im Neutralschuh mit der sensomotorischen Einlage nach einem Training.

Für jede der drei Bedingungen wurden je drei Aufnahmen über 15 Sekunden mit der individuellen Ganggeschwindigkeit aufgezeichnet. Das vor der dritten Messreihe durchgeführte Training bestand aus einer Außenrotationsübung im Stehen, wobei die Innenrotation durch Gummibänder, wie in Abb. 3 zu sehen ist, provoziert wurde.

Der Proband musste aus der Schrittstellung heraus, das hinten stehende Bein nach vorne führen und dabei bewusst eine Drehung des Fußes nach außen durchführen. Diese Übung wurde für jede Seite zehnmal wiederholt. Im Anschluss an die statische Situation wurde das Geübte während des Gehens angewendet.

Auswertung der Messdaten

Zur Untersuchung der Fragestellung wird der Winkel α^T berechnet, der wie in Abb. 4 zu sehen, zwischen den Tangenten der Schuhinnenseite und der Fortbewegungsrichtung (blau) liegt. Zur Berechnung werden zunächst die Umrandungen der einzelnen Fußabdrücke ermittelt und die Tangente im Anschluss an die Schuhinnenseite angelegt. Sie berührt dabei den Fußinnenrand in zwei Punkten, die möglichst weit voneinander entfernt liegen. Praktisch liegt die Tangente an der Ferseninnenseite und dem Innenballen an. Aus der Steigung der Tangenten lässt sich dann der Winkel α^T berechnen. Zur Überprüfung der Reliabilität dieses Parameters wird ein redundanter Winkel α^G bestimmt. Dieser befindet sich zwischen der gewichteten Regressionsgeraden der Ganglinie und der Fortbewegungsrichtung (siehe Abb. 4, grün).

Um den Winkel α^G zwischen der Ganglinie und der Fortbewegungsrichtung zu erhalten, ist es zunächst notwendig die

Ganglinie durch eine Gerade anzunähern. Es wird dabei auf das Verfahren zur Berechnung einer gewichteten Regressionsgeraden zurückgegriffen, wobei die einzelnen Druckschwerpunkte gewichtet mit dem Druckwert eingehen. Die Druckschwerpunkte am Anfang und am Ende einer Ganglinie schwanken zwar stark, gehen jedoch dank ihrer geringen Druckwerte kaum in die Regressionsgerade ein. Punkte mit großem Druck nehmen hingegen stärkeren Einfluss auf den Verlauf der Geraden. Wie für die Tangente wird über die Steigung der linearen Regressionsgeraden der Winkel α^G bestimmt.

Insgesamt gehen also in die statistische Auswertung von jedem Probanden und von jeder Messbedingung sechs Winkel α^T und sechs Winkel α^G der gleichen Einzelschritte ein. Diese Daten werden mit Hilfe einer zweifaktoriellen univariaten Varianzanalyse (ANOVA) im Statistikprogramm SPSS Statistics ausgewertet. Der statistische Zusammenhang zwischen α^T und α^G wurde mit einer Korrelationsrechnung bestimmt.

Ergebnisse

Winkel zwischen Tangente und Fortbewegungsrichtung (α^T)

Für den Winkel α^T sind die Ergebnisse der zweifaktoriellen univariaten Varianzanalyse in der Abb. 5 graphisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der mittlere Winkel für die Bedingung „Neutralschuh“ bei -10 Grad liegt. Der mittlere Winkel in der Bedingung „Einlage“ ist um 3,5 Grad geringer und beträgt somit -6,5 Grad. Betrachtet man die Ergebnisse in der Bedingung „Training“ ist zu sehen, dass auch dort eine Abnahme des Winkels vorliegt. Der mittlere Winkel liegt dort bei -3 Grad.

Es ergeben sich somit signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Bedingungen „Schuh“ und „Einlage“, sowie „Einlage“ und „Training“. Ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,001$) besteht zwischen den Bedingungen „Schuh“ und „Training“.

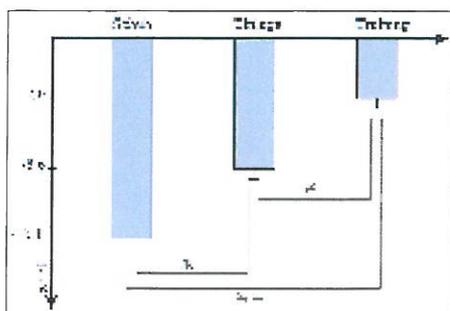
Winkel zwischen der Regressionsgeraden der Ganglinie und Fortbewegungsrichtung (α^G)

In der Abb. 6 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse für den Parameter α^G dargestellt. Der mittlere Winkel für die Bedingung „Schuh“ beträgt hier -5 Grad. Es ergibt sich eine Differenz zur Bedingung „Einlage“ von 2,5 Grad. Der mittlere Winkel α^G in der Bedingung „Training“ beträgt 0,3 Grad. Es bestehen auch hier signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen „Schuh“ und „Einlage“, sowie „Einlage“ und „Training“. Ein hochsignifikanter Unterschied ergibt sich zwischen den Bedingungen „Schuh“ und „Training“.

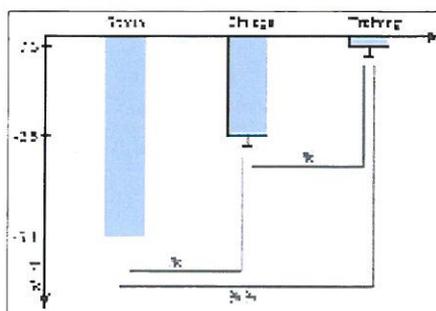
Korrelationsrechnung

Da der verwendete Rotationswinkel an der Schuhinnenseite ein noch ungebrauchlicher Parameter ist, wurde zur Überprüfung der Reliabilität jeweils die Korrelation zwischen den Winkeln α^T und α^G berechnet. Der Korrelationskoeffizient wird bestimmt, um die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Winkeln innerhalb einer Bedingung auszudrücken. In der Abb. 7 sind auf der x-Achse die fünf Wertebereiche des Korrelationskoeffizienten aufgetragen. Auf der y-Achse ist die Häufigkeit angegeben, mit der ein berechneter Koeffizient auftritt.

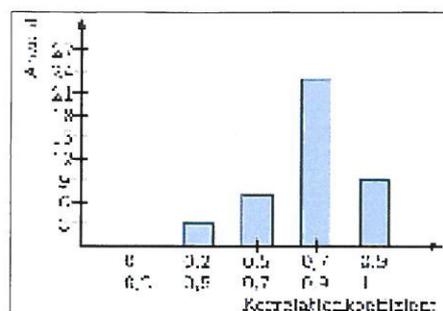
Es ist zu erkennen, dass die Mehrheit (55 Prozent) der berechneten Werte in den Bereich 0,7 bis 0,9 fällt. Dies steht



5 Mittelwerte des Winkels α^T in den drei Messbedingungen „Schuh“, „Einlage“ und „Training“.



6 Mittelwerte des Winkels α^S in den drei Messbedingungen „Schuh“, „Einlage“ und „Training“.



7 Berechnete Korrelationskoeffizienten zwischen den Winkeln α^T und α^S und deren Häufigkeit.

für eine hohe Korrelation zwischen den Winkeln α^T und α^S . 21,5 Prozent der Werte liegen im Bereich einer besonders hohen Korrelation, 17 Prozent fallen in den Bereich einer mittleren Korrelation. Nur 7 Prozent finden sich in der Kategorie geringe Korrelation wieder. Die Parameter sind somit valide.

Diskussion

Die Auswertung der Messdaten hat gezeigt, dass sensomotorische Einlagen das Gangbild von Kindern positiv beeinflussen können. Es kommt zu einer Korrektur im Sinne einer Außenrotation. Das zwischen den Messungen durchgeführte Training wirkt sich zusätzlich günstig auf das Gehen der Probanden aus.

Natürlich gibt es verschiedene Größen die einen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie haben können. Zum einen besaß keiner der Probanden Erfahrungen mit dem Gehen auf einem Laufband. Zu Beginn der Messung bekam jeder Proband Zeit, um sich an das Gehen zu gewöhnen und um eine ihm angenehme Gehgeschwindigkeit festzulegen.

Es war bei einigen Probanden visuell festzustellen, dass sich das Gehen auf dem Laufband während der Messung leicht vom Gehen auf der Gehstrecke unterschied. Eine leichte Verunsicherung der Probanden wurde am geringen Armschwung, sowie an der Fixierung der Augen auf das Laufband festgemacht. Zudem wählten alle Probanden eine relativ geringe Gehgeschwindigkeit, die zwischen 1,4 und 2,2 Kilometer pro Stunde lag. Lythgo et al. [7] untersuchten typische Gangparameter bei rund 900 Kindern und Jugendlichen. Sie nahmen Parameter wie Gehgeschwindigkeit, Kadenz, Schrittlänge, Einzel- und Doppelstandphase, Fußrotationswinkel usw. auf. In der Altersgruppe, die dem Probandenkollektiv dieser Studie entspricht, lag die durchschnittliche freie Gehge-

schwindigkeit zwischen 4,7 und 5 Kilometer pro Stunde. Das Laufband als Messsystem der Wahl hat sich in der Mesdurchführung als geeignet erwiesen. Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass die Vermessung mittels eines Laufbandes nur für Kinder ab einem Alter von ungefähr fünf Jahren geeignet ist. Voraussetzung ist immer eine gute Gehfähigkeit, geringe Fallneigung und eine gewisse Reife, um Verletzungen ausschließen zu können. Zudem ist eine Einschränkung durch die Stärke der Gangstörung, sowie ein Gebrauch von Hilfsmitteln, wie zum Beispiel Gehstöcken, gegeben.

Für die Auswertung mussten drei aufeinanderfolgende Doppelschritte ausgewählt werden. Die Schrittauswahl erfolgt dabei durch die visuelle Beurteilung des Gangbildes. Es werden dazu die Videoaufnahmen, sowie die Gangspuren betrachtet. Kriterien sind ein gleichmäßiges Gangbild, ohne Stolperschritte oder ähnliches, sowie ein geradeaus gerichteter Blick.

Alle folgenden Berechnungen wurden durch eine eigens für diese Studie geschriebene Software durchgeführt. Die zugrundeliegenden Algorithmen der Software wurden in der Literatur ausführlich beschrieben [8]. Bei Probanden, deren Spurbreite sehr gering ist, kommt es in der Software in seltenen Einzelfällen zu Fehlern bei der Erkennung der einzelnen Füße. Dies beschränkte teilweise die Auswahl der drei aufeinanderfolgenden Doppelschritte. Aus den genannten Gründen ist eine zufällige Auswahl der Schritte nicht möglich und es stellt sich die Frage, ob mittels anderer Auswahlkriterien die Ergebnisse gleich ausfielen.

Die Ergebnisse anderer Studien weisen ebenfalls auf positive Effekte durch das Tragen von sensomotorischen Einlagen hin. Brinckmann [9] führte, mittels ultraschallbasierten Ganganalysesystems

und Elektromyografie, Messungen an Probanden mit infantiler Zerebralparese durch. Die Probanden wurden mit sensomotorischen Einlagen versorgt und zu Beginn der Versorgung und nach vierwöchiger Tragezeit vermessen. Er kommt zu dem Ergebnis, dass sich bereits am Tag der Erstversorgung Verbesserungen im Gangablauf erkennen lassen. Nach vierwöchiger Tragezeit verstärkte sich dieser Eindruck. Die untersuchten Gangparameter näherten sich den physiologischen Werten an. Aufgrund der geringen Probandenanzahl lassen sich jedoch keine statistischen Aussagen treffen. Wie schon in dieser Studie nahe gelegt, können Veränderungen durch eine sensomotorische Einlage schon nach kurzer Eingewöhnungszeit beobachtet werden. Zu diesem Ergebnis kommt auch die vorliegende Untersuchung, bei der zwischen der Versorgung und der Messung mit den sensomotorischen Einlagen nur einige Minuten lagen. Schon nach einigen Schritten war zu erkennen, ob die Rotation durch die Einlagen beeinflusst wird.

In der retrospektiven Studie von Kornbrust [10] wurde mittels einer Fragebogenauswertung die Wirksamkeit von sensomotorischen Einlagen bei Kindern mit Zehenspitzenengang untersucht. Dabei konnte bei 80 Prozent der Kinder mit infantiler Zerebralparese eine Verbesserung des Gangbildes durch die Einlagen nachgewiesen werden. Kinder, die am wenigsten durch ihre Erkrankung beeinflusst wurden, zeigten den größten Therapieerfolg. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen Schweregrad der Zerebralparese und dem Therapieerfolg festgestellt werden. Ebenso konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Behandlungsdauer und dem Therapieerfolg festgestellt werden. Je länger die Behandlung durchgeführt wurde, desto häufiger trat ein Erfolg in der Therapie ein.

Allgemein herrschte eine hohe Akzeptanz unter den Patienten. Dies kann auch im Rahmen dieser Studie bestätigt werden. Trotz der noch nahezu ungeschliffenen Elemente der Einlagen (Testeinlage mit Klettverschlussystem des sensosystems der Firma Schein) gab es keine Schwierigkeiten mit der Akzeptanz der Einlage unter den Probanden in dieser Studie. Offensichtlich überwiegt bei genauer Positionierung der Elemente das positive Empfinden durch die Erhöhung des sensorischen Inputs.

Soweit bekannt, wurde α^T in der Literatur ausschließlich von Brinckmann [11] verwendet, um Aussagen über individuelle Unterschiede und die Langzeitkonstanz der Fußlängsachse zu treffen. Ferner wurde dabei auch auf den Aussagewert und die Fehlerbreite einer Einzelmessung eingegangen. Die abweichende Definition der Fußlängsachse wurde gewählt, da sich die Metatarsale nicht genau durch die Schuhsohle festlegen lassen und da die Sohlenkontur eine reproduzierbare Festlegung der Fußrichtung ermöglicht [11]. Die Festlegung der Tangente an der Schuhinnenkante wurde nach dem Vorbild dieser Studie gewählt.

Allerdings ist durch die automatische Berechnung [8] in dieser Untersuchung die Tangente reproduzierbar und schließt somit Schwankungen einer manuellen Abschätzung aus. Die Ergebnisse der Untersuchung von Brinckmann zeigen, dass die Ausrichtung der Fußlängsachse zwischen den einzelnen Versuchspersonen signifikant unterschiedlich ist. Ebenso liegen signifikante Unterschiede zwi-

schen dem linken und rechten Fuß eines Probanden vor. Das individuelle Muster bleibt innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite während des Beobachtungszeitraums gleich.

Die Messung der Fußrichtung ist laut Brinckmann ein geeignetes Mittel zur Untersuchung der Rotationsstellung von Tibia und Fibula beim Gehen. Wie anhand der Ergebnisdarstellung zu erkennen ist, wurde auch für den Parameter α^G eine Varianzanalyse durchgeführt. Es wurden dabei die gleichen Unterschiede zwischen den Gangbedingungen detektiert wie bei der Untersuchung des Winkels α^T . Daraus lässt sich folgern, dass der Parameter α^T gleichberechtigt ist zum Parameter α^G . Somit ist der Winkel α^T geeignet, um die Fragestellungen dieser Studie zu untersuchen.

Fazit

Zusammenfassend wird die Wirksamkeit der sensomotorischen Einlagen für Patienten mit leichtem Innenrotationsgang durch diese Studie belegt. Somit bestätigen sich die in der Praxis gewonnenen, subjektiven Eindrücke. Neben der Behandlung des innenrotierten Gangbildes gibt es weitere Indikationen für die Versorgung mit sensomotorischen Einlagen, die in weiteren Studien untersucht werden sollten.

Ausgehend von dieser Untersuchung wäre es interessant, den Therapieerfolg über einen längeren Zeitraum zu betrachten, sowie das Anhalten des Effektes durch die Einlagen nach Beendigung der Tragezeit zu untersuchen. Für eine Folge-

studie sollte zudem das Training getrennt von den Einlagen betrachtet werden. Die hohe Akzeptanz der Einlagen bei den Probanden und die beobachteten positiven Effekte auf den Patienten rechtfertigen weitere Untersuchungen. ■

Literatur

- [1] S. Klein-Vogelbach, Funktionelle Bewegungslehre: Bewegung lehren und lernen, Springer Verlag 2000.
- [2] H. Chin-Shan, L. Chii-jeng, C. You-Li, S. Fong-Chin und L. Sheng-Che, Foot progression angle and ankle joint complex in preschool children, Clinical biomechanics, 15:271-277, 2000.
- [3] L. Jahrling, Beeinflussung sensomotorischer Fähigkeiten durch Einlagenversorgung, Orthopädie-Technik 7, 2005.
- [4] L. Jahrling, B. Rockenfeller, Sensomotorische Einlagenversorgung : Aktio gleich Reaktio, Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Sensomotorik, 2006.
- [5] F. Fischer, Propriozeptive Einlagen - Praxishandbuch für Fachanwender, 2007.
- [6] F. Fischer, M. Bohlmann, Seminarunterlagen Sensomotorik, 2010.
- [7] N. Lythgo, C. Wilson und M. Galea, Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes, Gait&Posture, 30:502-506, 2009.
- [8] F. Brinckmann, Ganganalytische Untersuchung zur therapeutischen Effizienz der sensomotorischen Einlagen nach Jahrling bei zentralnervösen Erkrankungen, Masterarbeit, FH Gießen-Friedberg, 2005.
- [9] A. Kornbrust, Zehengang bei Kindern - Häufigkeit, Ursachen und Behandlung mit propriozeptiven Einlagen, Doktorarbeit, Universität Gießen, 2001.
- [10] P. Brinckmann, Die Richtung der Fußlängsachse beim Gehen, Z. Orthop, 119:445-448, 1981.
- [11] F. Fischer, Seminarunterlagen: Sensomotorik.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αποτελεσματικότητα των αισθητικοκινητικών πελμάτων σε παιδιά με αυξημένη έσω στροφή

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των αισθητικοκινητικών πελμάτων σε παιδιά που εμφανίζουν έσω στροφή κατά την βάδιση. Μελετήθηκαν 14 παιδιά και χρησιμοποιήθηκε διάδρομος ανάλυσης βάδισης.

Οι μετρήσεις με τον διάδρομο ανάλυσης βάδισης έδειξαν την αποτελεσματικότητα των πελμάτων ιδιοδεκτικότητας στην διόρθωση της έσω στροφής καθώς και την μακροχρόνια σημαντική ενίσχυση του αποτελέσματος όταν η χρήση τους συνδυάζεται με φυσικοθεραπευτική πράξη.