

D. Pomarino¹, M. Klawonn¹, S. Stock¹, L. Zörnig¹, S. Martin², A. Pomarino¹

Stufentherapie des habituellen Zehenspitzen Ganges

Aus dem PTZ Pomarino¹ und dem Diakoniekrankenhaus Annastift GmbH Hannover

Zusammenfassung

Schlüsselwörter: Zehenspitzen Gang – habituell – persistieren – Vorfußgang – plantigrad – Physiotherapie – Botox-Infiltrationen – Achillessehnenverkürzung – Einlagen - Nachtschienen – Klassifizierung – Typisierung – Stufenkonzept – Druckmessplatte – Oberflächen – EMG – Spontanheilung

Beim habituellen Zehenspitzen Gang wechselt der Zehenspitzen Gänger zwischen dem plantigraden Gang und dem Vorfußgang. Therapiert wird die Gangvariante in dieser Studie mit Pyramideneinlagen, Physiotherapie, Nachtschienen und Botox-Infiltrationen. Im Rahmen der Erstuntersuchung werden die Zehenspitzen Gänger in 3 Typen klassifiziert. Anschließend erfolgt die Therapie nach einem 3-stufigen Behandlungskonzept. Klassifizierungsmethode und Stufenkonzept werden ausführlich erläutert

und am Beispiel zweier Patienten exemplarisch verdeutlicht. Die Erfolgsaussichten, dauerhaft vom Vorfußgang in den Normalgang zu wechseln, werden anhand von 653 Zehenspitzen Gängern aufgezeigt, die von 2005 bis Ende 2008 im PTZ untersucht und behandelt wurden. Im Rahmen der Stufentherapie wurden 555 der 653 Zehenspitzen Gänger therapiert, 98 ZSG (15 %) benötigten keine Therapie (Spontanheilung). Nach Abschluss der Stufentherapie gingen 80 % ausschließlich durch Versorgung

mit Einlagen, 5 % zusätzlich durch Tragen von Nachtschienen und 2 % durch zusätzliche Botox-Infiltrationen dauerhaft im plantigraden Gang; 13 % brachen die Therapie ab. Habituelle Zehenspitzen Gänger, die vor dem fünften Lebensjahr mit der Therapie begannen, benötigten im Normalfall maximal 12 Monate und ab dem fünften Lebensjahr maximal 24 Monate bis zum plantigraden Gang. Sofern der Zehenspitzen Gang zu Beginn der Therapie persistierte, wurden bis zu 36 Monate benötigt.

Einleitung

Der habituelle Zehenspitzen Gang ist eine Ganganomalie, bei der der Zehenspitzen Gänger (ZSG) aus nicht bekannten Gründen zwischen dem plantigraden Gang und dem Vorfußgang wechselt. Es können im Verlauf schwere strukturelle Veränderungen wie ein verbreiteter Vorfuß oder eine irreversibel ver-

kürzte Achillessehne auftreten. Therapiert werden kann diese Gangvariante u. a. mit Einlagen, Physiotherapie, Orthesen, Nachtschienen, Botoxinfiltrationen und operativen Eingriffen. Die Stufentherapie vereinigt bestehende Therapiekonzepte mit Erkenntnissen der letzten beiden Jahre (10, 11, 12, 13). Für spastische, dystonische und dystrophische ZSG ist das Konzept nicht geeignet.

Methode

Im PTZ wurden von 2005 bis Ende 2008 insgesamt 653 ZSG behandelt. Bei der Erstuntersuchung wurden die ZSG bzw. ihre Eltern systematisch befragt. Im Anschluss an die Elternbefragung – und dann bei jeder Nachuntersuchung – erfolgte die klinische Untersuchung (6). Im Rahmen der klinischen Unter-



Summary

Keywords: toe walking – habitual – persist – forefoot gait – plantigrade – physiotherapy – infiltration of botulinum toxin – shortening of the Achilles tendon – night splint – classification – standardization of types – step-by-step concept – pressure measuring platform – surface EMG – spontaneous recovery

Step-by-step Treatment Concept of Habitual Toe Walking

Patients suffering from habitual toe walking alternate between plantigrade and forefoot gait patterns. In this study therapists approach this gait pattern by using pyramid insoles, physiotherapy, night splints, and infiltrations of botulinum toxin.

The initial medical examination intended for classifying toe walking patterns into three different standard types. This is followed by a therapy based on a three-stage treatment concept. The classification

method and the step-by-step concept will be discussed in detail and illustrated by using the example of two patients. The chances of changing permanently from forefoot to normal gait patterns are shown by using the data of 653 toe walkers, which had been under treatment in the PTZ from 2005 until the end of 2008.

555 of the 635 toe walking patients were treated with the step-by-step therapy, 98 TW (15 %) were in no need of a therapy because of spontaneous recovery. After completion of the step-by-step therapy, 80 % were treated with inso-

les, 5 % of them after additional treatment with night splints, and 2 % of them after additional treatment with infiltrations turned to permanent plantigrade gait patterns.

For habitual toe walkers who first received a therapy prior to their fifth birthday, it usually took a maximum of 12 months, and for those starting treatment after the age of five, it required a period of not more than 24 months to achieve a plantigrade gait pattern. Patients whose toe walking patterns were persisting at the beginning of the therapy, required up to 36 months.

suchung wurde das Gangmuster über eine Druckmessplatte (Zebris FDM-System) festgehalten und die Muskelanspannung mit einem Oberflächen-EMG (EMG 8-Bluetooth/Zebris) gemessen(4, 7).

Typeinteilung

Aufgrund unterschiedlicher Symptomatiken kristallisierten sich drei Typen des habituellen Zehenspitzen Ganges heraus.

Typ 1: ZSG mit angeborener Achillessehnenverkürzung

Hervorstechende Merkmale sind starke Faltenbildungen über der Achillessehne (auch schon im Säuglingsalter), eine schmale, sich konusartig verjüngende Ferse (Spitzferse; Abb. 1/2) und eine herzförmige Wade (Muskelbauch des M. gastrocnemius ist nach proximal verschoben).

Typ 2: ZSG mit familiärer Häufung

Mindestens ein Mitglied der näheren Familie läuft auf dem Vorfuß. Im Gegensatz zum Typ 1 ist die Wade hier gleichmäßig hypertrophiert. Eine verstärkte Hornhautbildung zwischen dem Metatarsale 2 und 3 (Abb. 3) ist deutlich erkennbar. Die ZSG laufen zu 70 % auf dem Vorfuß; die übrige Zeit zeigen sie ein stampfendes Gangbild mit fehlender Abrollphase, auch „Elefantengang“ genannt. Das herausragende Merkmal ist das V-Zeichen (Abb. 4) an der Achillessehne, das meist auch

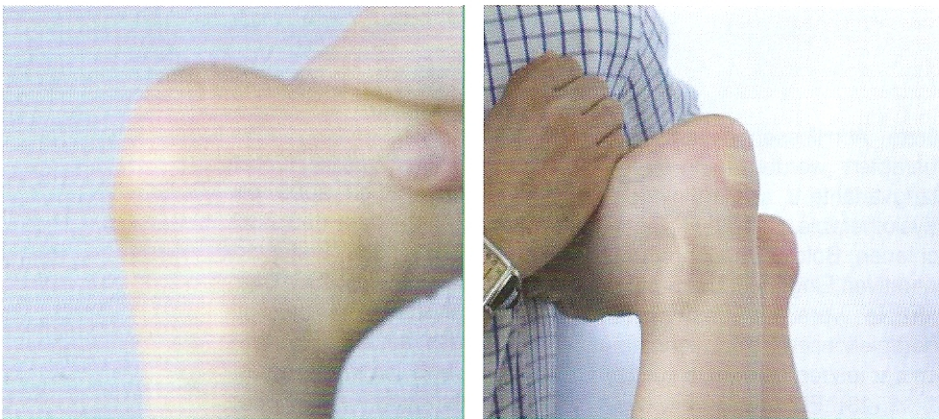


Abb. 1/2: Konusartig verjüngte Ferse eines Zehenspitzen Gängers Typ 1.

bei einem Elternteil erkennbar ist.

Typ 3 (a/b): ZSG mit weniger Auffälligkeiten als Typ 1 und 2

Der Vorfußgang kommt nur durch Provokation (wird bei der klinischen Untersuchung durch spezielle Tests erreicht) oder in bestimmten Belastungssituationen (Stress, unbekannte Situationen, ...) zum Vorschein. Typ 3a neigt zusätzlich zu Wahrnehmungsstörungen oder Tics. Nur zirka 40 % der ZSG vom Typ 3 benötigen eine Therapie. Durch die geringe Ausprägung bildet sich der Vorfußgang meist ohne Behandlung zurück.

Persistiert der Zehenspitzenengang über längere Zeit, kann es beim Typ 1 und 2 zu dauerhaften strukturellen Veränderungen des Fußes kommen.

Stufentherapie

Stufe 1

Aufgrund Elternbefragung und klinischer Untersuchung wird entschieden, ob eine Therapie sofort erforderlich ist oder ob noch drei oder sechs Monate mit dem Therapiebeginn gewartet werden kann. Grund für das Abwarten ist, dass zirka 15 % der im PTZ untersuchten Kinder ohne Therapie vom Vorfußgang dauerhaft in den plantigraden Gang wechseln (Spontanheilung), sofern sie unter drei Jahre alt sind und weniger als drei Monate auf dem Vorfuß gehen.

Ist eine Therapie erforderlich, so werden die ZSG mit Pyramideneinlagen (8, Abb. 5) versorgt, die dauerhaft zu tragen sind. Die Voraussetzung für das Tragen der Einlagen ist ein Bewegungsausmaß im OSG von DE/PF 0/0/50 in Kniestreckung. Bei zirka 15 % der ZSG wird zusätzlich Physiotherapie verordnet, um das notwendige Bewegungsausmaß zu erreichen. Nach der Erstuntersuchung erfolgen in einem Abstand von 6 bis

8 Wochen Nachkontrollen. Bleibt trotz der Therapie ein Behandlungserfolg aus, folgt die zweite Behandlungsstufe.

Stufe 2

In der zweiten Stufe (z. B. nach 6 bis 8 Wochen) wird die Therapie mit individuell angefertigten Nachtschienen (Abb. 6) erweitert. Dies betrifft zirka 5 % aller ZSG. Die Nachtschienen werden gut von den ZSG angenommen. Das OSG wird in Neutral-0-Stellung eingestellt. In Dorsalextension eingestellte Nachtschienen bewirken einen vermehrten Tonusaufbau des Triceps surae, der der gewünschten Dehnungs- und Bewegungserweiterung entgegen wirkt.

Nach 12 bis 14 Wochen wird der Patient erneut kontrolliert. In Abhängigkeit vom Ergebnis der klinischen Untersuchung wird die Therapie mit Nachtschienen abgesetzt (Fortsetzung Stufe 1), mit Nachtschienen weitere 12-14 Wochen fortgesetzt oder bei verstärktem Zehenspitzenengang mit Stufe 3 fortgesetzt.

Stufe 3

Hier erfolgen grundsätzlich im Abstand von 12 Wochen zwei Behandlungen mit Botox® (Botulinumtoxin A) über jeweils eine Injektion in den medialen und lateralen Kopf des M. gastrocnemius. Die Dosierung richtet sich nach den klinischen Kriterien. Es werden 5 bis 10 MU Botox® pro kg Körpergewicht verwendet. Botox® ist für die Behandlung des spastischen Spitzfußes beim Kind zugelassen. Bei der Behandlung des habituellen Zehenspitzenenganges handelt es sich um eine off-label Anwendung.

Nach der zweiten Botox®-Behandlung wird in Abhängigkeit vom Ergebnis der klinischen Untersuchung die Therapie mit Botox® und Nachtschienen abgesetzt (Fortsetzung Stufe 1), mit Botox® abgesetzt (Fortset-



Abb. 3: Vermehrte Hornhautbeschwellung am Metatarsale 2 und 3 eines Zehenspitzengängers Typ 2.



Abb. 4: V-Zeichen eines Zehenspitzengängers Typ 2.



Abb. 5: Pyramideneinlagen.

zung Stufe 2) mit Botox® weitergeführt, abgebrochen.

Ein Therapieabbruch aufgrund der Ursache, dass die Ganganomalie im Rahmen des 3-stufigen Behandlungskonzepts nicht behoben werden konnte, ist bisher nicht vorgekommen. Die Therapie von zwei ZSG, denen zur Behebung der Ganganomalie die Achil-

lessehne verlängert wurde, lag vor Einführung der dritten Stufe der Stufentherapie.

Ergebnisse

Bei Nichtberücksichtigung der zirka 15 % Spontanheilungen (siehe Stufe 1) und 13 % Abbrüche (Abb. 7) wurden unter Anwendung der Stufentherapie zir-

ka 90 % der ZSG vom Typ 1 und 95 % vom Typ 2 innerhalb eines Jahres geheilt, sofern die Kinder bei Behandlungsbeginn jünger als 5 Jahre alt waren (zirka 40 % der ZSG). ZSG, die fünf Jahre oder älter waren, benötigten bis zu zwei Jahre (zirka 50 %), die verbleibenden zirka 10 % ZSG bis zu drei Jahre, vor allem dann, wenn der Zehenspitzen-gang bereits bei Therapiebeginn persistierte.

Zirka 2 % der behandelten ZSG ohne Spontanheilungen benötigten in der Vergangenheit eine Behandlung mit Botox® (Stufe 3), zirka 5 % wurden mit Nachtschienen behandelt (Stufe 2) und zirka 80 % ausschließlich mit Pyramideneinlagen und Krankengymnastik (Stufe 1). Aufgrund unterschiedlicher Ursachen kam es bei insgesamt zirka 13 % der ZSG ohne Spontanheilung zum Abbruch der Therapie.

Abbildung 7 stellt den Ablauf der Stufentherapie schematisch dar. Ausgangspunkt sind die bis Ende 2008 behandelten 555 ZSG; 653 ZSG abzüglich 15 % Spontanheilungen (98 ZSG). Krankengymnastik (KG) wurde bei zirka 15 % der ZSG zusätzlich verordnet, überwiegend beim Typ 1. Die Klassifizierung in die Typen 1, 2 und 3a/b führt zu der in Tabelle I angegebenen Aufteilung (Basis 555 ZSG).

Fallbeispiele

1. Patient A., geboren 2002, ist seit Mai 2008 in Behandlung

Bei A. handelt es sich um einen Zehenspitzen-gänger des Typs 1. Hervorstechend war bei der Erstuntersuchung die Bewegungseinschränkung im OSG (DE/PF 5/0/50 beidseits). Der Patient ging situationsunabhängig auf Zehenspitzen. Nach Angaben der Mutter geschah dies über 70 % des Tages. Abbildung 8 zeigt das Laufmuster des Pati-

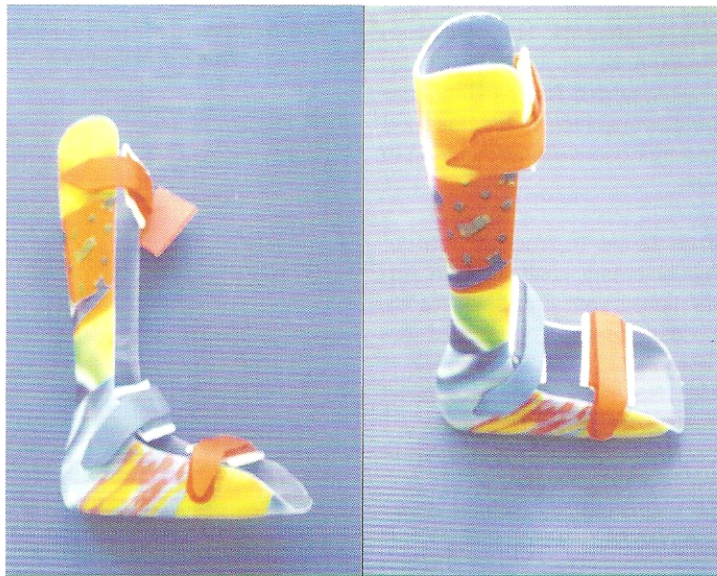


Abb. 6: Nachtschienen.

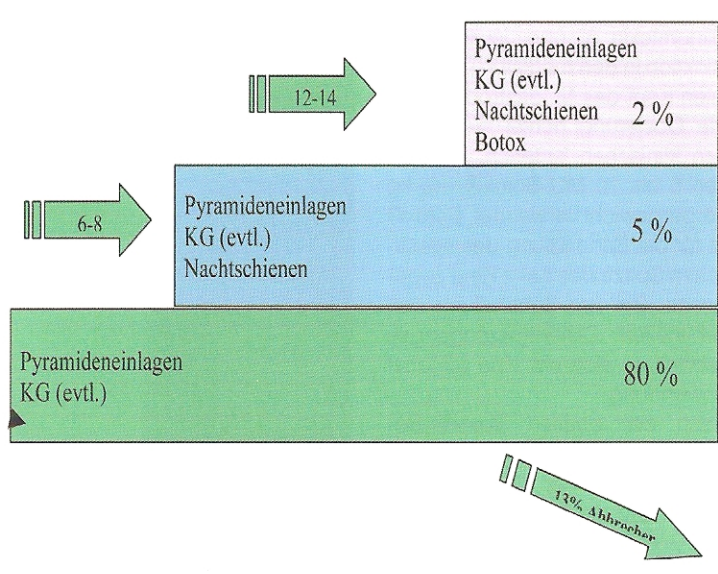


Abb. 7: Schematische Darstellung der Stufentherapie.

Tab. 1: Typeinteilung.

| Typ | Anzahl in % | Anzahl |
|-------|-------------|--------|
| 1 | 56 % | 311 |
| 2 | 40 % | 222 |
| 3 a/b | 4 % | 22 |

enten, das über eine Druckmessplatte bei der Erstvorstellung im Juli 2008 aufgenommen wurde. Die meiste Belastung liegt auf dem Vorfuß. Eine Abrollphase fehlt gänzlich. Dies ist auf dem ersten Fußabdruck gut zu erkennen. Der Druck befindet sich hier auf der Ferse und etwas stärker auf dem Vorfuß. Im mittleren Bereich sehen wir keine Kräfteinwirkung auf der Druckmessplatte. Der Fuß wurde mit fehlender Abrollphase aufgesetzt („Elefantengang“ [1.]). Beim zweiten Fußabdruck wurde die Druckmessplatte nur durch den Vorfuß belastet.

Zusätzlich untersuchten wir den Musculus tibialis anterior mit einem Oberflächen-EMG (4). Es wurde je eine Aufnahme des M. tibialis anterior im Stand und im Gang angefertigt. Auch hier fanden wir eine Auffälligkeit im Stand in Form einer zu hohen Aktivität dieses Muskels.

Der Patient wurde anschließend mit Pyramideneinlagen versorgt und erhielt zweimal wöchentlich Physiotherapie.

Bei der ersten Kontrolluntersuchung nach siebenwöchiger Therapie ging der Patient nach Angaben der Mutter deutlich weniger auf Zehenspitzen. Die Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes betrug DE/PF 10/0/50 beidseits. Die Einlagen zeigten deutliche Abnutzungsspuren im Fersenbereich. Die Aktivität des M. tibialis anterior hatte sich verringert (4). Die Ganganalyse durch die Druckmessplatte zeigte eine vermehrte Belastung der Ferse, das stampfende Gangbild war geblieben. Zwischen der Ferse und dem Vor-

fuß war kaum Druck auf der Platte erkennbar (Abb. 9).

Im weiteren Behandlungsverlauf wurde der Patient alle 6 bis 8 Wochen untersucht. Nach der dritten Nachkontrolle wurde die Physiotherapie abgesetzt, die Behandlung mit den Pyramideneinlagen wurde fortgeführt. Acht Monate nach Therapiebeginn wurde eine Beweglichkeit der oberen Sprunggelenke von DE/PF 15/0/50 bds. gemessen. Der Zehenspitzenengang ließ sich nicht mehr provozieren. Nach Aussagen der Mutter laufe A. nicht mehr auf Zehenspitzen, in Stresssituationen sei ein wippendes Gangbild aufgetreten. Das Kind ist aus unserer Sicht austherapiert, es trug die Einlagen noch 2 bis 3 Monate mit wöchentlich abnehmender Tragedauer.

2. Patientin K., geboren im Juni 2004, ist seit November 2007 in Behandlung

Die Patientin wurde bei der Erstvorstellung als eine Zehenspitzen-gängerin des Typs 2 (1) klassifiziert. Das obere Sprunggelenk hatte ein Bewegungsausmaß von DE/PF 5/0/50 rechts und 10/0/50 links beidseits. Die Patientin hatte eine Spitzferse sowie einen verbreiterten Vorfuß (1). Der Fersengang wurde in starker Hüftgelenkflexion sowie Außenrotation ausgeführt. Die Mutter gab an, dass die Patientin nur kurze Strecken laufe und das fast nur auf Zehenspitzen. Die Untersuchung mittels EMG zeigte eine Auffälligkeit des linken M. tibialis anterior (4.). Bei Patientin K. wurde zusätzlich ein Hohlfuß diagnostiziert. Das Laufmuster und der Stand

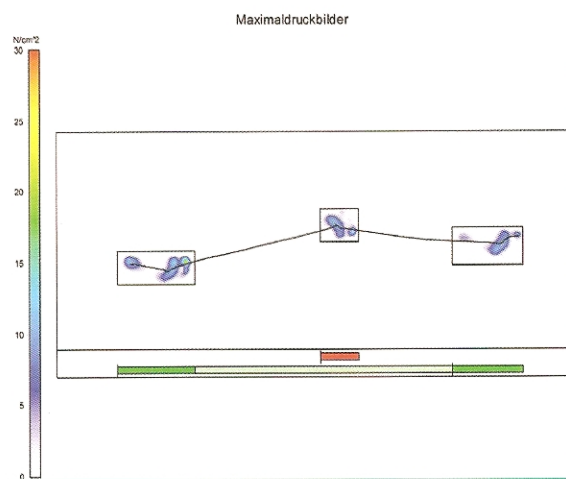


Abb. 8: Aufnahme mit einer Druckmessplatte vor Therapiebeginn.

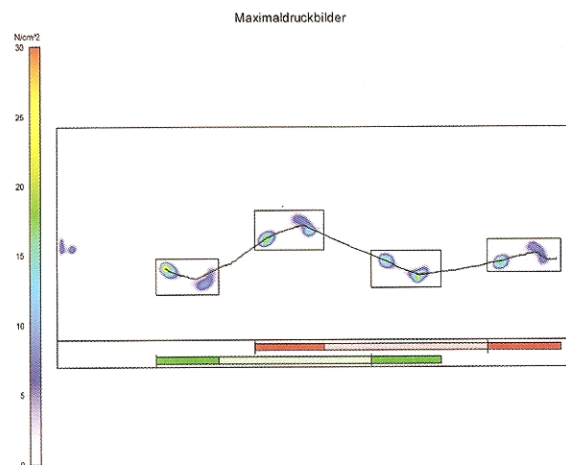


Abb. 9: Aufnahme des Ganges des Patienten A. auf einer Druckmessplatte nach siebenwöchiger Therapie.

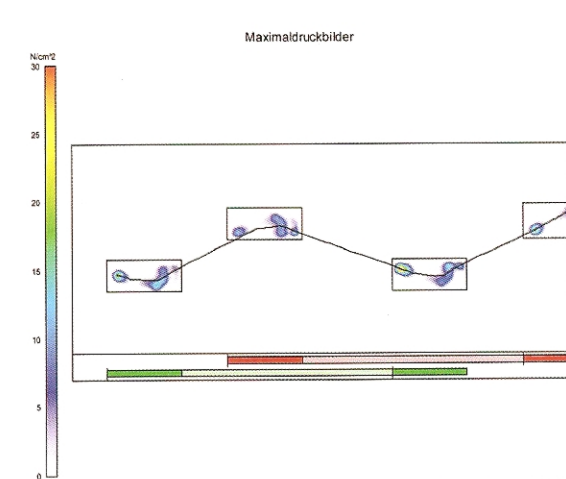


Abb. 10: Aufnahme des Laufmusters vor Therapiebeginn.

Fuß - Zehenspitzenangang

(über eine Dauer von 20 Sekunden) wurden über eine Druckmessplatte aufgenommen (Abb. 10; 11 a/b). Beim Laufen wurden sowohl der Vorfuß als auch die Ferse gleichmäßig belastet. Deutlich erkennbar ist die fehlende Belastung zwischen Vor- und Rückfuß. Beim Stand gibt es einen deutlichen Unterschied zwischen der Belastung des Vor- und Rückfußes sowie von links und rechts (Abb. 11). Eine Beinlängendifferenz konnte nicht festgestellt werden. Die Patientin wurde mit Pyramideneinlagen versorgt.

Die klinische Untersuchung nach 6 Wochen sowie die Messung mit

der Druckmessplatte zeigten kaum eine Verbesserung bezüglich des Zehenspitzenanges. Das EMG war weiterhin auffällig, woraufhin die Patientin zusätzlich mit Nachtschienen versorgt wurde.

Nach 13 Wochen hatte sich eine leichte Verbesserung eingestellt. Die Patientin ging nicht mehr durchgehend auf dem Vorfuß und die Gehstrecke hatte zugenommen. Die klinische Untersuchung ergab keine Verbesserung der Beweglichkeit und des Gangmusters, auch das EMG blieb weiterhin auffällig. Die Patientin klagte über Schmerzen in der Leiste und Wadenkrämpfe.

geprägte Hornhautbeschwellung an den Fersen konnte nachgewiesen werden. Die Beweglichkeit der oberen Sprunggelenke betrug rechts 15/0/50 und links 20/0/50. Das Laufmuster über die Druckmessplatte zeigte wie anfangs eine Belastung auf dem Vor- und Rückfuß (Abb. 13), die Druckverteilung im Stand zwischen links und rechts sowie Vor- und Rückfuß normalisierte sich (Abb. 14a/b). Die Patientin ist austerapiert und trug die Einlagen noch über einen Zeitraum von 2 bis 3 Monaten mit wöchentlich abnehmender Tragedauer.

Diskussion

Daraufhin wurde zweimal Botulinumtoxin A im Abstand von 12 bis 14 Wochen injiziert. Gleichzeitig wurden Nachtschienen und tagsüber Pyramideneinlagen verwendet. Die Patientin reagierte gut auf die Behandlung. Die Nachtschienen wurden nach 14 Wochen abgesetzt. Im Rhythmus von 6 Wochen wurden weitere Nachkontrollen durchgeführt.

Bei der Wiedervorstellung im März 2009 zeigte die Patientin durchgehend ein plantigrades Gangmuster. Der Zehenspitzenangang war nicht mehr erkennbar und ließ sich auch durch Tests nicht mehr provozieren. Der Fersengang wurde in regelrechter Außenrotation im Hüftgelenk ausgeführt. Die Wirbelsäule stand im Lot. Eine aus-

Im der Literatur werden zahlreiche Behandlungsmethoden beschrieben, die mit unterschiedlichem Erfolg eingesetzt wurden (14, Seite 54/55). Allerdings sind die Patientenzahlen gering und es fehlen vergleichende Studien, so dass nicht gesagt werden kann, welche der Therapien über die beschriebenen Fälle hinaus Erfolg versprechend sind. Mehrheitlich wird die Meinung vertreten, dass die operative Verlängerung der Achillessehne nur nach Versagen sämtlicher konservativer Möglichkeiten Anwendung finden sollte (15, 16). Alternativen zur operativen Verlängerung der Achillessehne sind Orthesen (17), Fußplatten (17), Unterschenkel-Fußschienen (17), Nachtschienen (17), Unterschenkel-Gippschienen

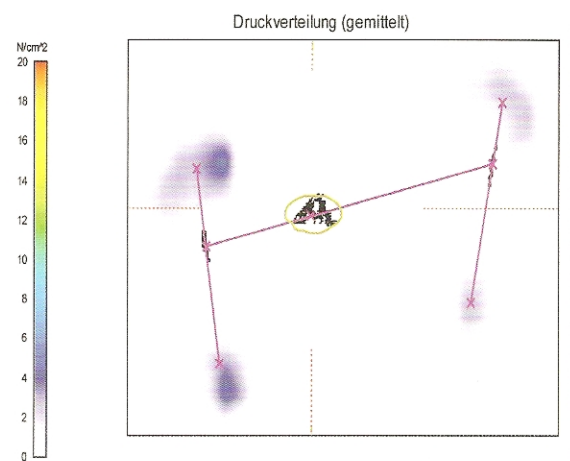


Abb.11a: Aufnahme im Stand vor Therapiebeginn.

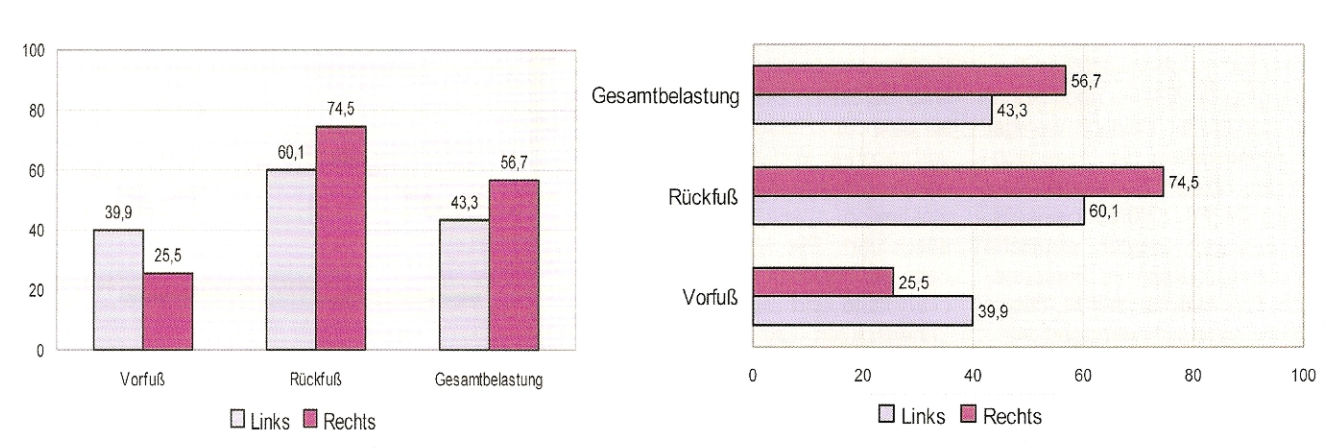


Abb. 11b: Ein Ausschnitt des Auswertungsprotokolls der Messung im Stand (11a).

(16), spezielle Schuhe (19), unterschiedliche Einlagen (14) und die im PTZ eingesetzten Pyramiden-einlagen (3) in Kombination mit Nachtschienen und mit Botox®. Nach Kornbrust (14, Seite 105) zeigte die Therapie mit sensomotorischen Einlagen eine dauerhafte Verbesserung des Gangbildes bei 75 % der habituellen ZSG (14, Seite 105), allerdings beruht die Studie auf nur 8 Patienten.

Die im PTZ entwickelten Pyramideneinlagen führten bei zirka 80 % der 555 habituellen ZSG (ohne die 98 Spontanheilungen) zu einem plantigraden Gangbild. Weitere zirka 7 % erreichten den plantigraden Gang durch den Einsatz von Nachtschienen und Botox®, zirka 13 % brachen die Behandlung vorzeitig ab. Physiotherapie wurde zusätzlich bei zirka 15 % der 555 ZSG angewandt (überwiegend beim Typ 1). In schweren, therapieresistenten Fällen reichten in 90 % der Fälle zwei Behandlungen mit Botulinumtoxin aus. Ein operativer Eingriff zur Verlängerung der Achillessehne konnte mit Einführung des 3-stufigen Behandlungskonzepts vermieden werden (Ausnahme: zwei ZSG, deren Therapie vor Einführung der 3. Stufe der Stufentherapie lag).

Das erreichte plantigrade Gangbild schließt ein gelegentliches Durchbrechen des alten Gangmusters nach Ende der Therapie (z. B. in Stresssituationen) nicht aus, da ein „ehemaliger“ ZSG das

für ihn normale Gangmuster selten vollständig verlernt.

Merkenschlager (19) stellt fest, dass über 35 % der von ihm untersuchten 91 persistierenden ZSG bereits mehrfach von unterschiedlichen Fachärzten behandelt wurden und/oder Physiotherapie in Anspruch genommen haben. Dies deckt sich mit der Auswertung der im PTZ durchgeführten Elternbefragungen, dass die Eltern von zirka 30 % der ZSG die Ganganomalie vor der Erstuntersuchung mehrfach von unterschiedlichen Fachärzten (Kinderarzt, Neurologe, Chirurg, Orthopäde, Chiropraktiker, ...) untersuchen, Röntgenaufnahmen und CTM durchführen und/oder physiotherapeutisch behandeln ließen. Hier zeigt sich, dass die vorgestellte Stufentherapie nicht nur für einen optimalen Behandlungserfolg steht, sondern auch zur Eindämmung der Behandlungskosten beitragen kann, sofern die Eltern der ZSG frühzeitig die hier vorgestellten Möglichkeiten zur Behandlung des Zehenspitzenanges in Anspruch nehmen.

Literatur

1. Pomarino, D., A. Pomarino: Klassifizierung des persistierenden Vorfußgangs. Päd - Praktische Pädiatrie; in Print.
2. Kühl, A., D. Pomarino: Neue Behandlungskonzepte bei idiopathischem Zehenspitzenengang; Praxis Physiotherapie (2.) (2008) 53-57.

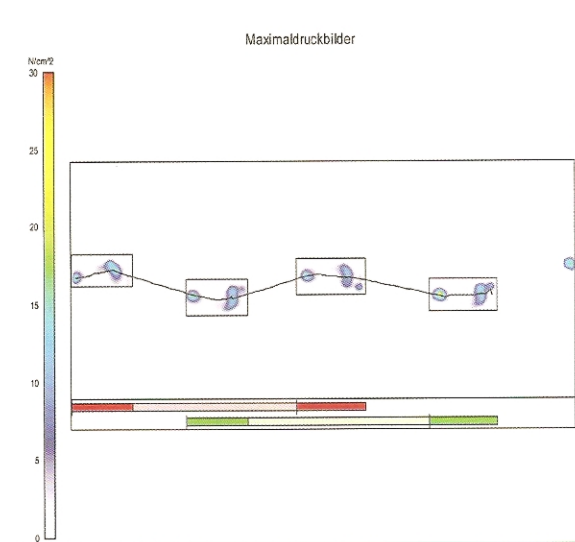


Abb. 13: Messung des Gangbildes im März 2009.

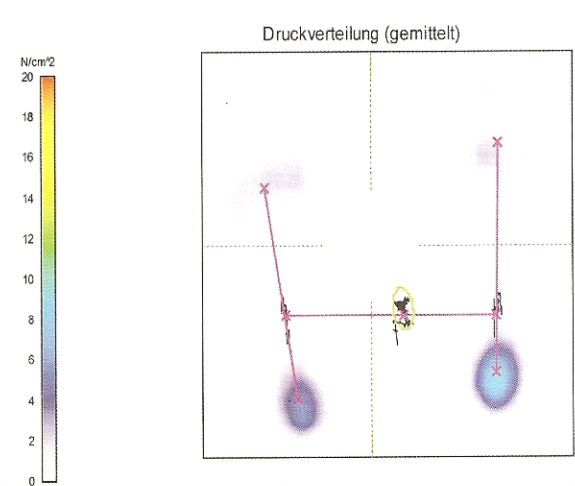


Abb. 14a: Aufnahme im Stand von März 2009.

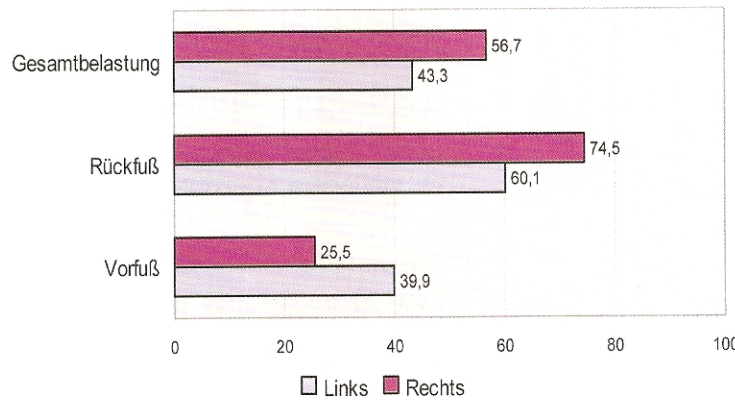
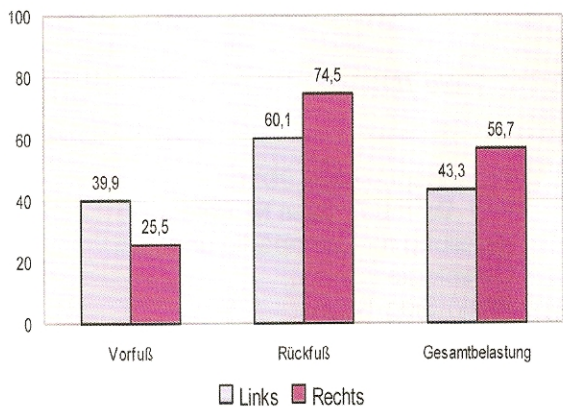


Abb. 14b: Ein Ausschnitt des Auswertungsprotokolls der Messung im Stand (14a).

Fuß - Zehenspitzengang

3. *Pomarino, D.*: Sensomotorik: Pyramideneinlagen nach Pomarino. Orthopädie-Technik (11.) (2003) 810-813.
4. *Pomarino, D., M. Klawonn, S. Stock, D. Mundt, A. Pomarino*: Morphologische Veränderungen am Musculus tibialis anterior bei Zehenspitzengängern. päd - Praktische Pädiatrie", Omnimed-Verlag, 3 Juni (2009)186-189.
5. *Pomarino, D.*: Der Fuß – Fundament des Körpers. Physiotherapie med. D (4.) (2004) 23–30.
6. *Bernhard, M. K., A. Merckenschlager, D. Pomarino*: Neue Therapiekonzepte des idiopathischen Zehenspitzenganges. Kinder- und Jugendmedizin (6.) (2006) 260-262.
7. *Pomarino, D., A. Kühl, F. Kühl, A. Pomarino*: Kasuistik eines 23-jährigen Mannes mit persistierendem Zehenspitzengang – erfolgreiche Therapie. Päd. (13), 2007.
8. *Pomarino, D.*: Pyramideneinlagen nach Pomarino. Orthopädie-Technik (11.) (2003) 810-813.
9. *Pomarino, D., F. Kühl, M. Ehlers, A. Kühl*: Morphologische Veränderungen bei Erwachsenen mit persistierendem Zehenspitzengang. Hans Marseille Verlag GmbH München, in Print.
10. *Korinthenberg, R.*: Differentialdiagnose des Zehenganges. Kinder- und Jugendarzt (1.) (2004) 19-21.
11. *Bernhard, M. K., M. Töpfer, L. Vogler, A. Merckenschlager*: Prevalence of toe-walking in childhood. Neuropädiatrics (36.) (2005) 166.
12. *Töpfer, M., A. Merckenschlager, M. K. Bernhard*: Idiopathischer Zehenspitzengang – eine Diskussion über eine unbekannte Ätiologie. Päd. (1.), 2006.
13. *Stricker, S. J.*: CME – Evaluation and Management of Tip-Toe Walking in Children. http://mastersofpediatrics.com/cme/cme2005/lecture30_2.asp.
14. *Kornbrust, A.*: Zehengang bei Kindern – Häufigkeit, Ursachen und Behandlung mit propriozeptiven Einlagen; Promotion 2001, Gutachter: Prof. Dr. Gerhard Neuhäuser und Prof. Dr. Stürz; Fachbereich Humanmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen.
15. *Stricker, S. J., J. C. Angulo*: Idiopathic toe walking: a comparison of treatment methods. J Pediatr Orthop 18 (1998) 289-293.
16. *Katz, M. M., S. C. Mubarak*: Hereditary tendo achillis contractures. J Pediatr Orthop 4 (1984) 711-714.
17. *Caselli, M. A., E. C. B.Y. Rzonca, B.Y. Lue*: Habitual toe walking: evaluation and approach to treatment. Clin Podiatr Med Surg 5 (1988) 547-559.
18. *Selby, L.*: Remediation of toe walking behaviour with neutral position, serial inhibitory; casts. A case report. Phys Ther 68 (1988) 1921-1923.
19. *Bernhard, K. M., M. Töpfer, L. Vogler, A. Merckenschlager*: Häufigkeit von Zehenspitzengang im Kindesalter. Universität und Poliklinik für Kinder und Jugendliche, Oststr. 21-25, 04317 Leipzig.

Anschrift für die Verfasser:

D. Pomarino
Physiotherapiezentrum PTZ
Pomarino
Claus-Ferck-Straße 8
D-22359 Hamburg
E-Mail:info@ptz-pomarino.de