

D. Pomarino, S. Stock, L. Zörnig, P. Meincke, C. Walter, L. Klawonn

Therapie des habituellen Zehenspitzenengangs mittels Typisierung und Stufenkonzept

Therapy of Habitual Infantile Toe Walking with Classification and a Step-by-Step Concept

Der Zehenspitzenengang ist eine Ganganomalie, bei der der Zehenspitzenengänger (ZSG) zwischen dem Gang auf dem Vorfuß und dem plantigraden Gang wechselt. Persistiert die Ganganomalie, so können Spätfolgen bei Jugendlichen oder Erwachsenen auftreten. In dieser Studie wird anhand von 700 ZSG im Alter zwischen 18 Monaten und 14 Jahren gezeigt, dass Zehenspitzenengänger durch systematische Erst- und Nachuntersuchungen, begleitende Ganganalysen und Aktivitätsmessungen des M. tibialis anterior optimal therapiert werden können. Grundlage hierfür ist die Typisierung der ZSG und eine auf die Typisierung aufbauende Therapie nach dem Stufenkonzept. Nach dem Stufenkonzept benötigen ca. 30 Prozent der ZSG keine Therapie (Stufe 0, Spontanremission). Circa 60 Prozent werden ausschließlich durch Pyramideneinlagen therapiert (Stufe 1), weitere zehn Prozent durch zusätzliche Nachtschienen (Stufe 2) oder durch Nachtschienen und Botoxinjektionen (Stufe 3).

In cases of habitual infantile toe walking, the toe walker alternates between plantigrade gait and toe walking. Persisting toe walking may damage adolescent and adults' posture and may provoke long-term side effects. This study, comprising 700 toe walkers between 18 months and 14 years of age, shows that toe walking can be treated with good outcome by systematically carrying out initial and follow-up medical examinations, gait analysis and electromyography of the M. tibialis anterior. The basis for these results is a classification of habitual toe walkers in different types after initial medical examination and ap-

plication of a step-by-step concept, according to these types. After this step-by-step therapy was applied, 30 per cent of the habitual toe walkers did not need any therapy (step 0, spontaneous remission), 60 per cent were treated exclusively with pyramidal insoles (step 1) and another ten per cent additionally with night splints (step 2) or with night splints and botox injections (step 3).

Einleitung

Die Diagnose habitueller Zehenspitzenengang wird nach Ausschluss orthopädischer und neurologischer Erkrankungen gestellt [6]. Die Zehenspitzenengänger (ZSG) gehen nicht ausschließlich auf dem Vorfuß, sie wechseln zwischen dem Gang auf Zehenspitzen und dem plantigraden Gang [1]. Der kindliche habituelle Zehenspitzenengang tritt mit einer Häufigkeit von ca. fünf Prozent auf und hat bis zum Schuleintrittsalter eine Spontanremission von ca. 50 Prozent [11]. Fehlende Abrollphase, Außenrotation der Beine in den Hüftgelenken, Hyperlordose der Lendenwirbelsäule, Bewegungseinschränkungen im oberen Sprunggelenk, Fußdeformitäten wie Spitz- und Hohlfuß und ein verbreiteter Vorfuß sind typische Auffälligkeiten [4, 14].

Spätfolgen können dann auftreten, wenn der Zehenspitzenengang über einen längeren Zeitraum persistiert. In dieser Studie wird das im PTZ praktizierte systematische Vorgehen bei der Therapie des Zehenspitzenengangs, bestehend aus Anamnese, klinischer Untersuchung, Typisierung und Therapie nach einem bewährten Stufenkonzept dargestellt.

Methoden

Probandenauswahl

Die Probanden bestanden aus 700 kindlichen ZSG im Alter zwischen 18 Monaten und 14 Jahren, die von Mitte 2007 bis Ende 2009 untersucht wurden, und 55 Normalgängern (NG) als Vergleichsgruppe zur Absicherung der Ergebnisse der klinischen Untersuchung. Die NG wurden nach dem Zufallsprinzip unter der Prämisse zusammengestellt, dass sie keine Ganganomalie haben, aus ca. 50 Prozent Mädchen und Jungen bestehen und der Altersstruktur der 700 ZSG entsprechen. Zu den ZSG gehören – nach Ausschluss des spastischen Vorfußgangs, der Muskeldystrophie vom Typ Duchenne und autistischen Verhaltens – ausschließlich Kinder mit der Diagnose habitueller Zehenspitzenengang. Der differenzialdiagnostische Ausschluss [5] erfolgte am Tage der Erstuntersuchung.

Anamnese und klinische Untersuchungen

Bei der Erstuntersuchung wurden die Eltern des ZSG systematisch zum bisherigen Verlauf des Zehenspitzenengangs mithilfe eines standardisierten Fragebogens befragt (Anamnese) und der ZSG klinisch untersucht [2, 9]. Im Anschluss wurde das Gangmuster der ZSG über eine Druckmessplatte (Zebris FDM-System) festgehalten und die Spannung des M. tibialis anterior mit einem Oberflächen-EMG (EMG 8-Bluetooth/Zebris) gemessen. Danach folgten die Klassifizierung der ZSG (Typeinteilung) und die Therapie nach dem Stufenkonzept. Die klinischen Nachuntersuchungen inklusive Aufnahme des Gangmusters und Messung der Aktivität des M.



Abb. 1 V-Zeichen an der Ferse eines dreijährigen Jungen.

tibialis anterior [10] wurden in zwei- bis sechsmonatigen Abständen wiederholt. Eine Anamnese und erneute Typeinteilung wurden bei der Nachuntersuchung nicht durchgeführt. Der bisherige Therapieverlauf wurde am Tage der Nachuntersuchung überprüft und die Therapie im Rahmen des Stufenkonzepts angepasst.

In diese Studie wurden die Antworten der folgenden Fragen aus der Elternbefragung (vgl. Punkt 1.) und die Ergebnisse der folgenden klinischen Erstuntersuchungen (vgl. Punkt 2.) ausgewertet.

1. Elternbefragung

Hierbei handelt es sich um einen Auszug aus dem standardisierten Fragebogen.

1.1 Frage: „Geht das Kind unter besonderen Umständen verstärkt auf Zehenspitzen?“ (ja/nein – bei Aufregung/Angst – bei Freude/Stress/ Belastungen; KA = keine Angabe)

1.2 Frage: „Gibt es in der Familie weitere ZSG?“ (ja/nein; KA = keine Angabe)

2. Erstuntersuchung

2.1 Untersuchung der Achillessehne im Fersenbereich; Feststellung, ob das V-Zeichen (Abb. 1) an der Achillessehne erkennbar ist (ja/nein/unklar).

2.2 Untersuchung der Wade und Beurteilung der Wadenform: medial (Abb. 2), herzförmig (Abb. 3), normal, unklar.

2.3 Provokation des Vorfußgangs durch den Drehtest (b1, vgl. Abb. 4).



Abb. 2 Mediale Wade eines dreijährigen Mädchens.

Das Kind wurde durch schnelles Drehen auf der Stelle einer anstrengenden Situation ausgesetzt. Es wurden maximal zehn Drehungen ausgeführt und die Drehung (Zahl 1 bis 10; 10 = ohne Befund) vermerkt, bei der das Kind in den Vorfußgang wechselte.

2.4 Provokation des Vorfußgangs durch den Gehtest (b2, vgl. Abb. 4). Das Kind wurde aufgefordert, eine

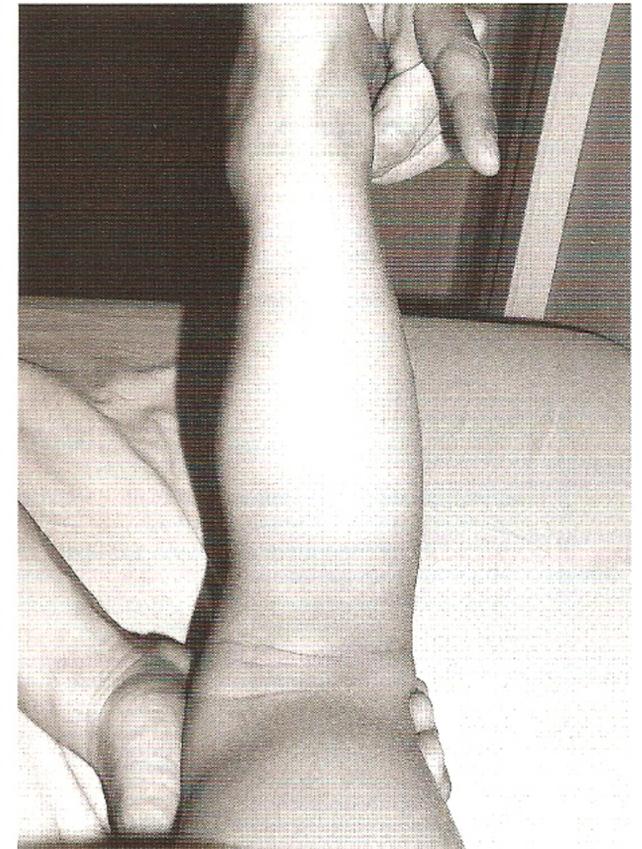


Abb. 3 Herzförmige Wade eines vierjährigen Jungen.

Kniegelenk (Ext) und Dorsalextension mit 90 Grad flektiertem Kniegelenk (Flex), wurden gemessen und vermerkt.

2.6 Fersengang (b5, vgl. Abb. 4). Das Kind wurde aufgefordert, auf den Fersen zu gehen. Erfolgt zumindest vier Schritte auf den Fersen, so war der Fersengang möglich (ja/nein).

2.7 Lordose der Lendenwirbelsäule im Stand ≥ 45 Grad (b6, vgl. Abb. 4).

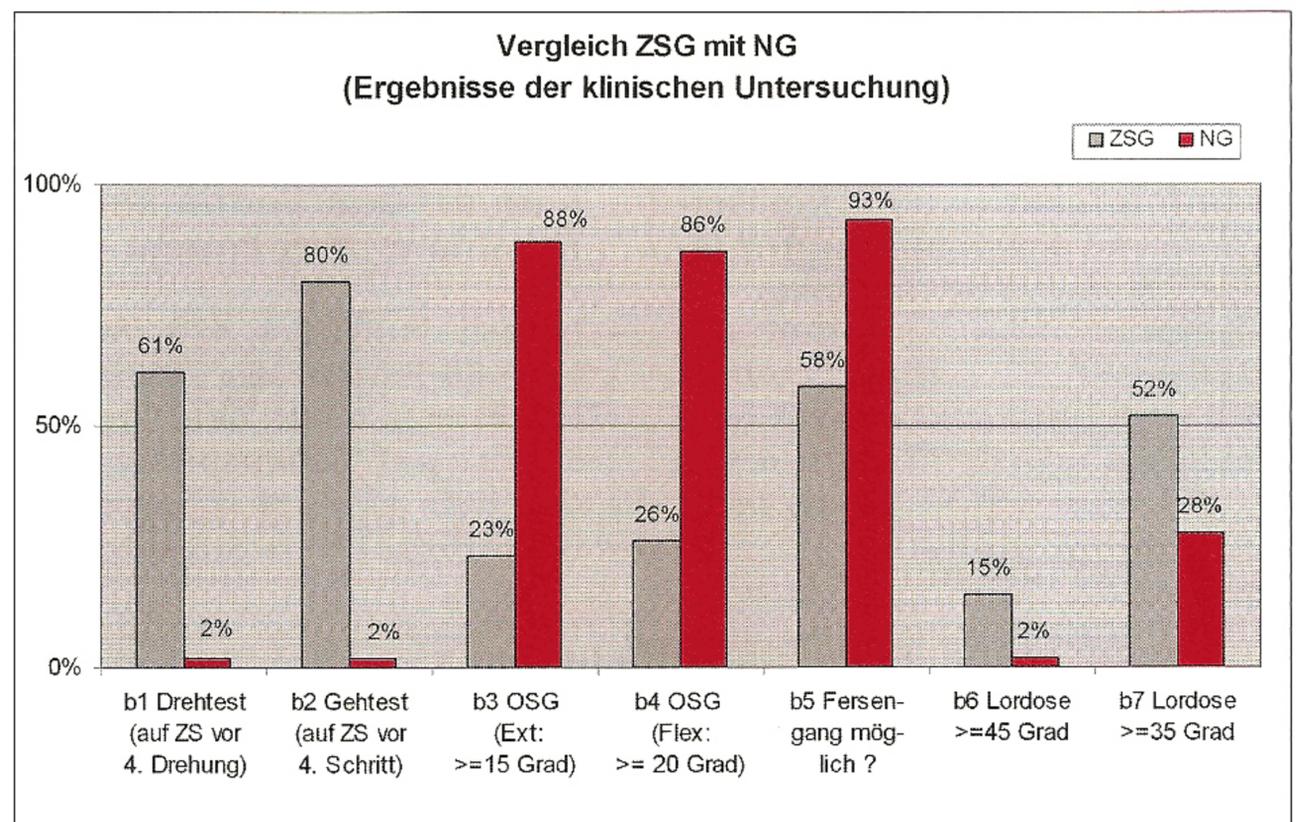


Abb. 4 Vergleich ZSG mit NG – Ergebnisse der klinischen Untersuchung.

Strecke von ca. fünf Metern zurückzulegen. Es wurde der Schritt (Zahlen 1 bis 10; 10 = ohne Befund) vermerkt, bei dem das Kind in den Vorfußgang wechselt.

2.5 Dorsalextension im oberen Sprunggelenk (OSG/b3 und b4, vgl. Dorsalextension mit extendiertem

Um die Ausprägung der Lendenlordose zu messen, wurde in der Neutral-Null-Stellung ein Goniometer an den Punkt mit der stärksten Lordose gelegt und der Winkel vermerkt.

2.8 Lordose der Lendenwirbelsäule im Stand ≥ 35 Grad (b7, vgl. Abb. 4), siehe auch Punkt 2.7.

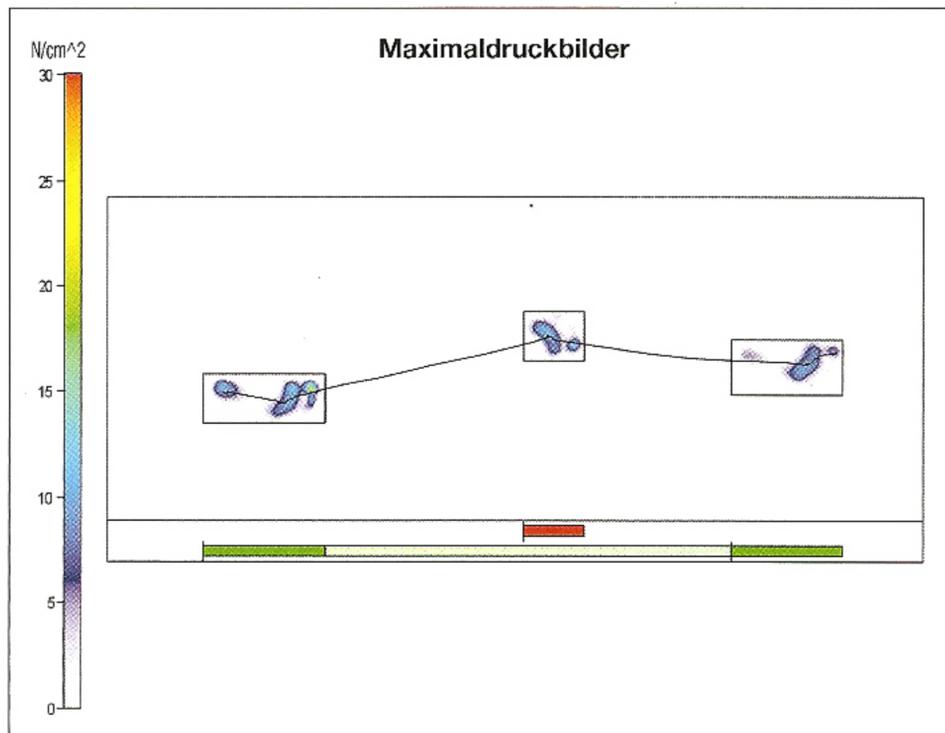


Abb. 5 Laufmuster vor Therapiebeginn (Mädchen, dreieinhalb Jahre alt).

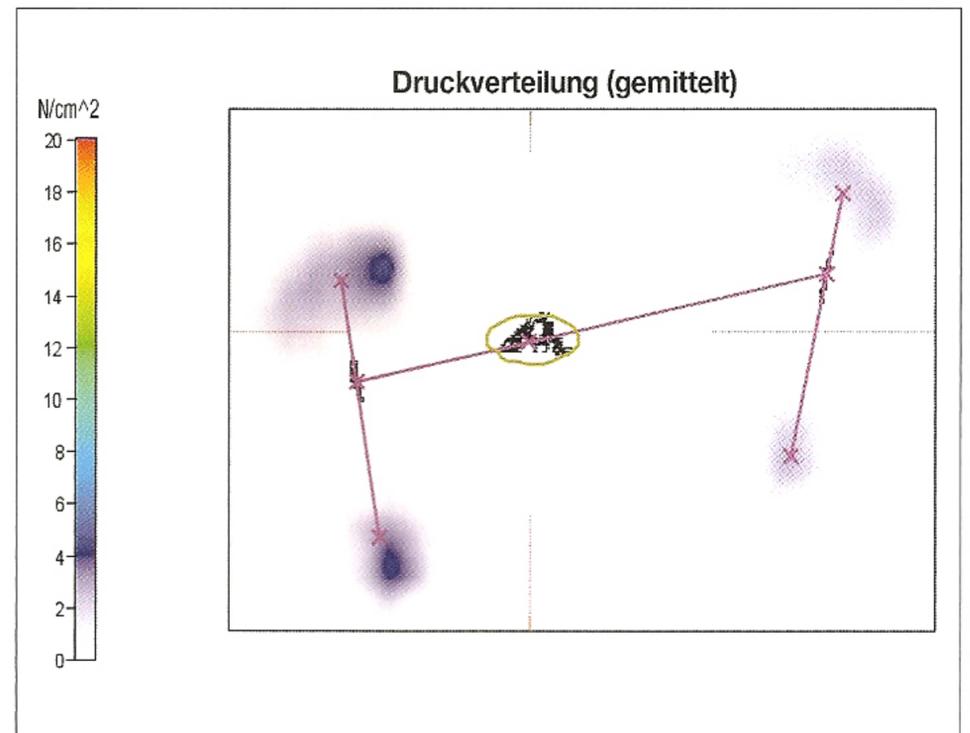


Abb. 6 Aufnahme im Stand vor Therapiebeginn (Junge, vier Jahre alt).

2.9 Aufzeichnung des Gangmusters über eine Druckmessplatte (Abb. 5 und 6).

2.10 EMG-Messungen der Spannung des M. tibialis anterior (Abb. 7 und 8). Die Elektromyographie (EMG) misst die Muskelaktivität in mV auf einer Zeitachse. Hierzu stand ein kinesiologisches EMG mit Oberflächenelektroden vom Typ Noraxon Inc., USA der Firma Zebris, zur Verfügung.

Bei den Nachuntersuchungen wurden die Untersuchungen 2.1 und 2.2 nicht durchgeführt.

Statistik

Die statistische Prüfung der Daten erfolgte zur Hypothesenüberprüfung mit dem Signifikanztest (4-Feldertest mit χ^2 -Bestimmung).

Ergebnis höchst signifikant: $\alpha = 0,1$ Prozent, $\chi^2 \geq 10,8$; Ergebnis hoch signifikant: $\alpha = 1$ Prozent, $\chi^2 \geq 6,64$; Ergebnis signifikant: $\alpha = 5$ Prozent, $\chi^2 \geq 3,84$; Ergebnis nicht signifikant: $\chi^2 < 3,84$.

Ergebnisse

Klinische Untersuchungen

Zur Ermittlung des Stadiums der Ganganomalie werden unter anderem die in Abbildung 4 aufgeführten klinischen Untersuchungen berücksichtigt [13], die in den Untersuchungsschritten 2.3 bis 2.8 beschrieben wurden. Angegeben ist jeweils die Anzahl der ZSG und NG in Prozent (Abkürzungen: ZS = Zehenspitzen; OSG = Oberes Sprunggelenk).

Hypothesenüberprüfung

- b1 (vgl. Punkt 2.3, 675 ZSG, 55 NG): 61 Prozent der ZSG gehen spätestens nach der dritten Drehung auf dem Vorfuß. Bei den NG sind es zwei Prozent ($\chi^2 = 73$).
- b2 (vgl. Punkt 2.4, 670 ZSG, 55 NG): 80 Prozent der ZSG gehen spätestens nach dem dritten Schritt auf Zehenspitzen. Bei den NG sind es 77 Prozent ($\chi^2 = 162$).

- b3 (vgl. Punkt 2.5, 660 ZSG, 50 NG): 23 Prozent der ZSG haben beim Messen der Dorsalextension mit extendiertem Kniegelenk (Ext) eine OSG-Beweglichkeit von ≥ 15 Grad. Bei den NG sind es 88 Prozent ($\chi^2 = 98$).
- b4 (vgl. Punkt 2.5, 660 ZSG, 50 NG): 26 Prozent der ZSG haben beim Messen der Dorsalextension mit 90 Grad flektiertem Kniegelenk (Flex) eine OSG-Beweglichkeit von ≥ 20 Grad. Bei den NG sind es 86 Prozent ($\chi^2 = 79$).
- b5 (vgl. Punkt 2.6, 377 ZSG, 54 NG): 26 Prozent der ZSG sind in der Lage, den Fersengang auszuführen; bei den NG sind es 86 Prozent ($\chi^2 = 24$).
- b6 (vgl. Punkt 2.7, 646 ZSG, 54 NG): 15 Prozent der ZSG haben eine Hyperlordose von ≥ 45 Grad; bei den NG sind es zwei Prozent ($\chi^2 = 7,2$).
- b7 (vgl. Punkt 2.8, 646 ZSG, 54 NG): 52 Prozent der ZSG haben eine Hyperlordose von ≥ 35 Grad; bei den NG sind es 28 Prozent ($\chi^2 = 11,7$).

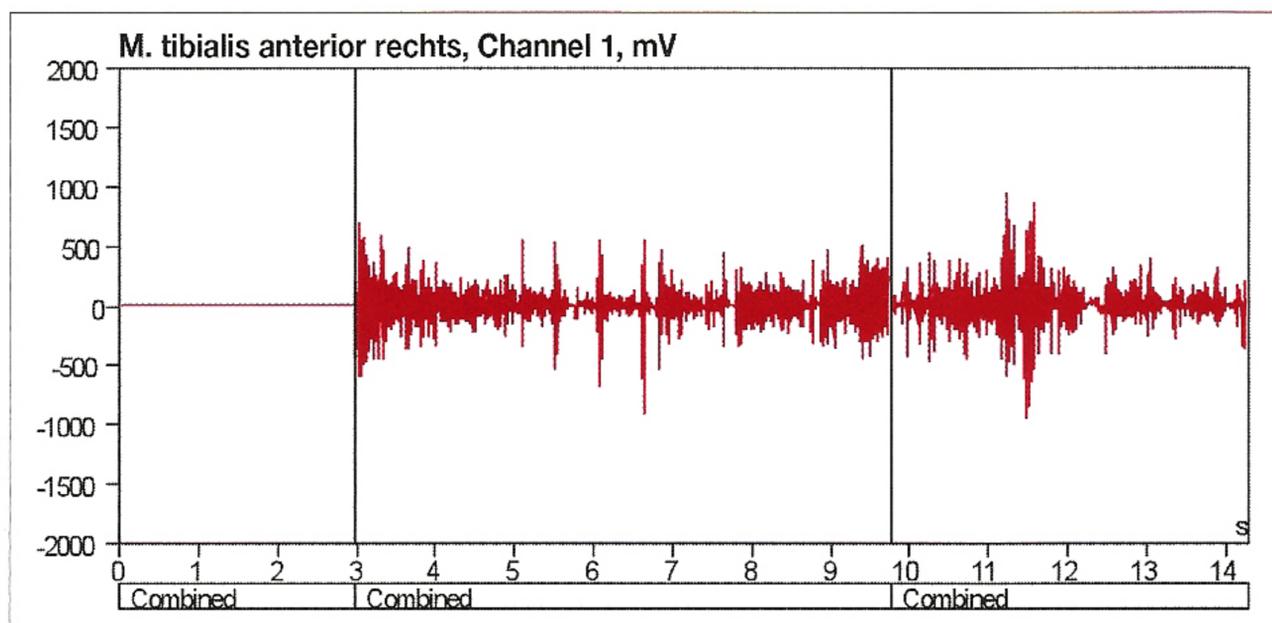


Abb. 7 EMG des M. tibialis anterior rechts, vor Therapiebeginn (Mädchen, vier Jahre alt).

Ganganalyse

Bei der Ganganalyse erfolgte – wie in Punkt 2.9 beschrieben – die Aufzeichnung des Gangmusters über eine Druckmessplatte. Abbildung 5 zeigt ein Laufmuster eines dreieinhalbjährigen Mädchens, das mit der Druckmessplatte bei der Erstvorstellung aufgenommen wurde. Die größte Belastung liegt auf dem Vorfuß. Gut zu erkennen ist beim ersten Fußabdruck, dass die Abrollphase vollständig fehlt. Der Druck liegt auf der Ferse und etwas

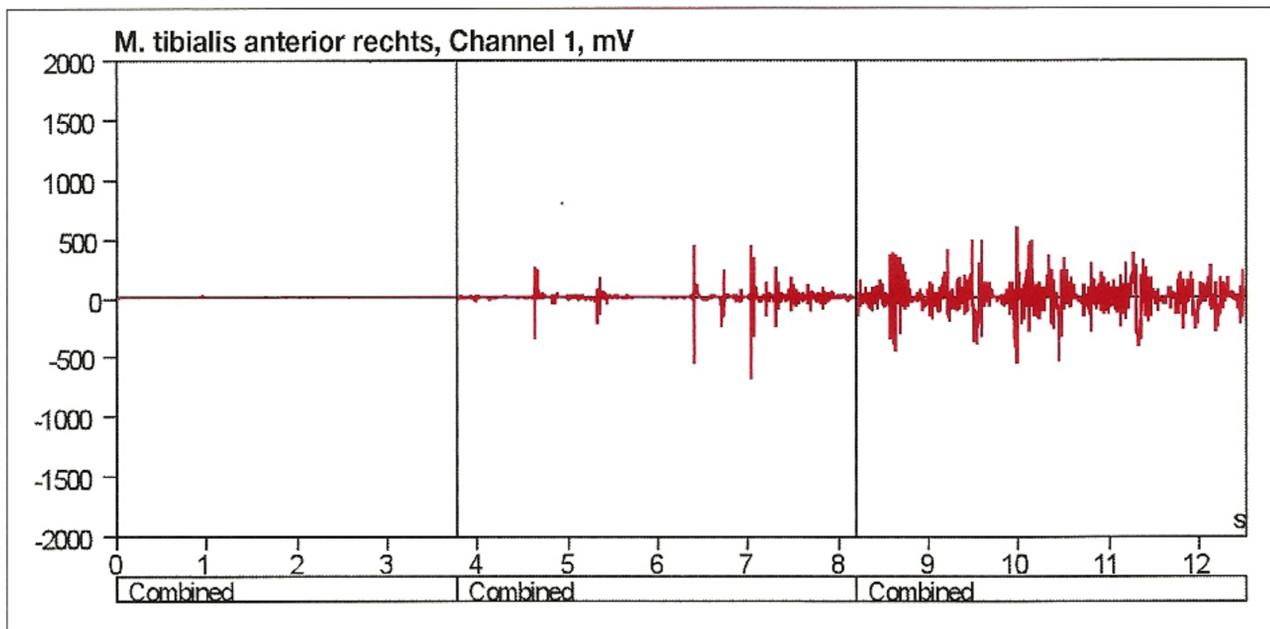


Abb. 8 EMG des M. tibialis anterior nach acht Wochen Therapie des Mädchens aus Abbildung 7.

stärker auf dem Vorfuß. Im mittleren Bereich erkennt man keine Krafteinwirkung. Der Fuß wird ohne erkennbare Abrollphase aufgesetzt. Beim zweiten Fußabdruck wird die Druckmessplatte nur durch den Vorfuß belastet.

Abb. 6 zeigt die Druckverteilung eines vierjährigen Jungen im Stand, die mit der Druckmessplatte bei der Erstuntersuchung mit einer Aufnahmedauer von 20 Sekunden aufgenommen wurde. Es ist ein deutlicher Unterschied zwischen der Belastung des Vor- und Rückfußes sowie zwischen dem linken und dem rechten Bein erkennbar. Eine Beinlängendifferenz konnte nicht festgestellt werden.

Spannung des M. tibialis anterior

Abbildung 7 und 8 zeigen die EMG-Messungen eines vierjährigen Mädchens vor Therapiebeginn und acht Wochen später (entsprechend Punkt 2.10). Der Vergleich der Muskelaktivität im Stand und im Gehen vor Therapiebeginn (Abb. 7) und nach acht Wochen (Abb. 8) zeigt, dass sie im Stand deutlich abgenommen hat. Auch im Gehen ist die Muskelaktivität gesunken.

Typisierung der ZSG

Die Typzuordnung 1, 2, 3a, 3b oder u (= unklar) erfolgt nach Abschluss der Erstuntersuchung ausgehend von den Antworten der standardisierten Untersuchungen und den Ergebnissen der klinischen Untersuchungen des ZSG [11].

Abbildung 9 zeigt die Systematik der Zuordnung. Zusätzlich ist hier

jeweils die Anzahl der 700 ZSG angegeben, die den Typen 1, 2, 3a, 3b und u nach diesem Verfahren zugeordnet wurden.

Stufenkonzept

Bei dem Stufenkonzept nach Pomarino [12] erfolgt die Zuordnung zu einer Therapiestufe und dem daraus folgenden Therapieversuch in Abhängigkeit von folgenden Faktoren:

- Alter und Typ des ZSG,
- Ergebnisse der klinischen Untersuchung (Dreh- und Gehetest, OSG-Beweglichkeit, Möglichkeit des Gangs auf Fersen und weitere Faktoren),
- Ergebnisse der Elternbefragung (bei Erstuntersuchung),

- Ergebnis der Ganganalyse und der EMG-Messungen des M. tibialis anterior und
- bisheriger Verlauf der Therapie (bei Nachuntersuchungen).

Zuordnung der Therapiestufen

Stufe 0

210 ZSG (175 mit intermittierendem ZSG und 35 vom Typ 3a/3b) erhielten keine Pyramideneinlagen [7, 8] verordnet: Remission der Ganganomalie.

Stufe 1

420 habituelle ZSG (davon 35 vom Typ 3a/3b) wurden ausschließlich mit Pyramideneinlagen therapiert.

Stufe 2

35 habituelle ZSG (davon einer vom Typ 3a/3b) wurden mit Pyramideneinlagen und zusätzlichen Nachtschienen therapiert.

Stufe 3

35 habituelle ZSG (davon einer vom Typ 3a/3b) wurden mit Pyramideneinlagen und zusätzlich mit Nachtschienen und Botoxinjektionen [3] therapiert.

Diskussion

Klinische Untersuchungen (entsprechend den Untersuchungen 2.3 bis 2.8)

Aus Abbildung 4 geht hervor, dass der Vergleich der Untersuchungser-

Typ 1 (245/ 35%)	Typ 2 (350/ 50%)	Typ 3a (42/ 6%)
Patient zeigt	Patient zeigt	Patient geht
a. eine herzförmige Wadenform (2.2/ Abb. 7),	c. eine mediale Wadenform (2.2/ Abb. 8),	ausschließlich situationsbedingt auf dem Vorfuß, z.B. bei Aufregung, Angst, Freude, Stress, Müdigkeit oder unter Belastung (1.1).
b. Ringfalten im Fersenbereich. (Abb. 10).	d. V-Zeichen im Fersenbereich (2.1/ Abb. 9).	Der Zehenspitzenangang ist provozierbar.
Sofern nur a. oder nur b. zutrifft:	Sofern nur c. oder nur d. zutrifft:	Typ 3b (42/ 6%)
Typ 1: es gibt keine weiteren Familienmitglieder, die ZSG sind oder es als Kind waren (1.2).	Typ 2: es gibt weitere Familienmitglieder, die ZSG sind oder es als Kind waren (1.2).	➤ Wie Typ 3a
		➤ ZSG zeigt zusätzlich Verhaltensauffälligkeiten oder Tics.
Typ u (unklar (21/ 3%): keine Zuordnung in Typ 1, 2, 3a oder 3b möglich.		
Zu den Kennziffern 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 siehe Kap. „Methoden“; Basis der Prozentwerte: 700.		

Abb. 9 Systematik der Typzuordnung.

gebnisse von ZSG und NG in allen Hypothesenprüfungen zum Ergebnis „höchst signifikant“ führt. Ausgehend von den Erfahrungen der Untersuchenden aus über 3000 Erst- und Nachuntersuchungen bei bis ca. 1200 ZSG bis Ende 2010 hat sich gezeigt, dass auch im Einzelfall aus den Ergebnissen der klinischen Untersuchungen auf den Grad der Beeinträchtigung des ZSG geschlossen werden kann.

Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Störungen des Patienten ziehen. Die Ganganalyse dient somit neben der Beurteilung des Zehenspitzenengangs dem Erkennen von Störungen, die eventuell zusätzlich vorhanden sind und/oder nicht unmittelbar ins Auge fallen.

Durch Vergleich der Gangbilder aufeinanderfolgender Untersuchungen lässt sich die Entwicklung der Ganganomalie Zehenspitzenengang

Abbildung 9 zeigt die erfolgte Typeinteilung:

- 35 Prozent der ZSG gehören zum Typ 1,
- 50 Prozent zum Typ 2,
- je sechs Prozent zum Typ 3a und 3b sowie
- drei Prozent zum Typ u (unklar). Ihnen konnte kein Typ zugewiesen werden.

Aus Abbildung 10 (Stufenkonzept) geht hervor, dass

- 30 Prozent der ZSG durch Remission wieder plantigrad gehen (Stufe 0),
- 60 Prozent ausschließlich durch Pyramideneinlagen (Stufe 1),
- fünf Prozent durch Pyramideneinlagen und Nachtschienen (Stufe 2) und
- fünf Prozent durch Pyramideneinlagen, Nachtschienen und Botoxinjektionen (Stufe 3)

therapiert werden.

Insgesamt ca. zehn Prozent der ZSG, die im PTZ untersucht wurden und als habitueller ZSG eingestuft wurden, haben die Therapie nicht zu Ende geführt (Abbrüche).

Für die Autoren:

David Pomarino
 Physiotherapiezentrum –
 PTZ Pomarino
 Claus-Ferck-Straße 8
 22359 Hamburg

Literatur beim Verfasser.

Weitere Publikationen finden Sie auf:
<http://www.zehenspitzenengang.de>

Untersuchungen: 700 ZSG

Stufe 0 (210/ 30%)	Stufe 1 (420/ 60%)	Stufe 2 (35/ 5%)	Stufe 3 (35/ 5%)
> Intermittierend (25%) > Typ 3a/3b (5%) Hilfsmittel: - Keine - z. T. Physiotherapie	> Habituell (55%) > Typ 3a/3b (5%) Hilfsmittel: - Pyramideneinlagen - z. T. Physiotherapie	> Habituell (5%) > Typ 3a/3b (< 0,2%) Hilfsmittel: - Nachtschienen - Pyramideneinlagen - z. T. Physiotherapie	> Habituell (5%) > Typ 3a/3b (< 0,2%) Hilfsmittel: - Nachtschienen - Pyramideneinlagen - z. T. Physiotherapie

Abkürzungen: z. T. = zum Teil; Basis der Prozentangaben: 700 ZPG

Abb. 10 Stufenkonzept.

Beispiel

Ein vierjähriger Zehenspitzenengänger, der bei der Erstuntersuchung im Dreh- oder Gehstest nach fünf Drehungen beziehungsweise Schritten in den Vorfußgang fällt und bei dem eine Dorsalextension (Ext) von zehn Grad und/oder eine Dorsalextension (Flex) von 15 Grad gemessen wird, ist ein „habituelle ZSG mit einer mittleren Beeinträchtigung“. Ihm wird empfohlen, die Therapie mit Pyramideneinlagen durchzuführen.

Grundsätzlich gilt, dass bei einem austherapierten ZSG der Zehenspitzenengang nicht mehr durch Dreh- und Gehstest provozierbar sein sollte und die Dorsalextension (Ext) \geq 15 Grad und Flex \geq 20 Grad sein sollte (Normwerte eines austherapierten ZSG; Normalwerte eines Normalgängers sind Ext und Flex \geq 25 Grad). Da die klinischen Untersuchungen 2.3 bis 2.11 bei jeder Nachuntersuchung durchgeführt werden, lässt sich durch Vergleich der ermittelten Ergebnisse aufeinanderfolgender Untersuchungen die Entwicklung der Ganganomalie Zehenspitzenengang bewerten.

Ganganalyse (Untersuchung 2.9)

Aus den individuellen Besonderheiten des Gangbildes lassen sich

aus einer anderen Sichtweise als der klinischen Untersuchung bewerten.

Spannung des M. tibialis anterior (Untersuchung 2.10)

Führt man im Abstand eines Untersuchungsintervalls EMG-Messungen im Liegen, im Stand und im Gehen durch [10], so gleicht sich bei positivem Behandlungserfolg die Aktivität des M. tibialis anterior des ZSG der eines Kindes mit physiologischem Gangmuster an. Bei negativem Behandlungserfolg dagegen verstärkt sich die Muskelaktivität. Dieser Zusammenhang wird insbesondere bei Zehenspitzenengängern genutzt, bei denen die Therapie mit Pyramideneinlagen nicht erfolgreich war.

Vor einer Empfehlung, zusätzlich Nachtschienen und/oder Botox einzusetzen, hat es sich bewährt, die Aktivität des M. tibialis anterior über zwei oder drei Untersuchungsintervalle zu beobachten.

Typeinteilung und Stufentherapie

Die Typeinteilung (Abb. 9) in Kombination mit der Stufentherapie (Abb. 10) als Ergebnis von Anamnese und klinischer Untersuchung hat sich als bewährtes Verfahren erwiesen, die Ganganomalie optimal zu therapieren.