

Die Tonale Feedback Therapie zur Gangschulung bei Kindern mit Infantilen Cerebralpareesen

O. Fleiß*, H. Fleiß*, M. Haidvogel**, P. Holzer*, G. Ritter**, R. Reimann**
Universität Graz und Med Uni Graz**, Österreich.*

Abstract

Thema: Tonales Feedback bei Cerebralpareesen.

Grundlagen: Die Tonale Feedback Therapie wird an 3 Beispielen von Kindern mit Cerebralpareesen dargestellt.

Methode: Mittels einer Kraftmessplatte werden die Bodenreaktionskräfte beim Gehen erfasst und auf das Körpergewicht normiert. Bei bestimmten Kraftschwellen werden Töne produziert, die eine Klangfolge ergeben und der Person synchron mit der Gehbewegung zugespielt werden. Die Daten werden in Zuordnung zum rechten bzw. linken Fuß gespeichert.

Ergebnisse: Fallanalysen vor/nach der Tonalen Feedback Therapie bei 3 Kindern mit ICP zeigen die Veränderung des Gangmusters mit Unterstützung durch ein Tonales Feedback System. Dabei werden nicht nur Einzelparameter wie Stützzeit oder Kraftanstieg verändert, sondern es kommt zu einer komplexen Veränderung der Gangparameter - einem *pattern-shift*.

Kurzfilm: 3 Fallanalysen (Ausgangssituation, Therapie-Einheiten, Ergebnisse).

Key words: Gangmuster, Tonale Feedback Therapie, Infantile Cerebralpareesen.

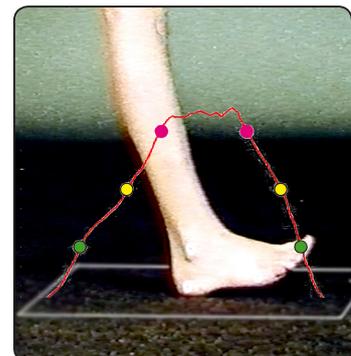
1. Einleitung

Bei der Tonalen Feedback Therapie geht das Kind über eine Kraftmessplatte, die die vertikalen Kräfte, die bei einem Schritt auftreten, in Töne umwandelt und hörbar macht. Diese Tonfolge repräsentiert die Dauer und Dynamik eines Schrittes. Die akustische Wiedergabe der Belastungsabfolge wird synchron beim Auftreten auf die Meßplattform erzeugt und als externes Feedback aufgenommen.

Bei Kindern mit Cerebralpareesen, bei denen auf Grund des Spitzfußmusters kein Sohlenkontakt stattfindet, kann schon nach 5 bis 6 kurzen (à ca. 30 min) Feedback-einheiten das Spitzfußmuster von einem flachen Fußaufsetzen abgelöst werden. Die Kinder konzentrieren sich immer mehr auf die Tonfolge und beginnen bei jedem Schritt mit den Tönen zu spielen. Im Bemühen, eine „melodische“ Klangvariante zu erreichen, verändert sich die Fußstellung und das Stütz-Streckmuster in Sprunggelenk, Knie oder Hüfte wird aufgegeben.

Gleichzeitig werden auch andere Parameter des Ganges und der Hand- und Armbewegungen verändert, so dass von einem *pattern shift* gesprochen wird, der mehrere Bewegungsmerkmale umfasst. (Fleiß et al., 1980)

Es ist zu vermuten, dass die Tonfolge wie ein internes Feedback wirkt und durch das Abrollen über die Fußsohle das normale Abrollmuster aktiviert wird.



2. Methode

2.1. Kraftmessung bei Feedback und Ganganalyse

Als Meßinstrument für die Kraftverläufe beim Gehen wird eine Kistler Meßplattform verwendet. Die auftretenden Kräfte werden in drei Komponenten gemessen. Für das tonale Feedback wird das Analogsignal nach Verstärkung durch die Ladungsverstärker dem Feedback Steuergerät zugeführt. Das Signal wird analog der auftretenden Kraft in definierte Tonfolgen umgesetzt. Die Einstellung der Tonschwellen wird auf das jeweilige Körpergewicht abgestimmt.

Zur Registrierung der Tonschwellen wird das Erreichen jeder Tonschwelle als Markersignal am UV Schreiber synchron mit den Kraftkurven aufgezeichnet.

Für die Ganganalyse werden alle 6 Komponenten erfasst, sodass auch der Kraftangriffspunkt und der Verlauf des Kraftangriffspunktes ermittelt werden können.

2.2 Filmaufnahmen

Die ersten Filmaufnahmen wurden mit einer 16mm Beaulieu Kamera mit einer Aufnahme­frequenz von 64 B/sec durchgeführt. Danach wurde eine 16mm Highspeed Kamera Locam (maximal 500 B/sec) eingesetzt. Die Aufnahme­frequenzen betragen 50, 100 und 200 B/sec. Mittels eingblendeter Zeitmarken konnte die genaue Bild­frequenz ermittelt werden.

2.3 Kräfteberechnung

Die im dritten Beispiel dargestellten Gelenks- und Muskelkräfte wurden an Hand der synchronisierten Film- und Kraftaufzeichnungen über ein Gleichgewichtsmodell (Invers Dynamics) berechnet. Die Berechnung bezieht sich auf den Zeitpunkt des ersten Kraftmaximums nach dem Aufsetzen.

2.4. Ablauf der Tonalen Feedback Therapie

Vor Beginn der Feedback Therapie wird entweder eine Ganganalyse mit Kraftaufzeichnung und Filmaufnahmen durchgeführt oder eine „Baseline“ erhoben mit Kraftregistrierung und Videodokumentation.

Für die Feedback Versuche werden die Tonschwellen auf das Körpergewicht des Kindes normiert. Die ersten drei Töne, die die Solltonkurve ergeben, sind bei 30%, 60% und 90% des Körpergewichts zu hören. Bei einem langsamen Aufsetzmuster treten die ersten drei Töne in einem klar unterscheidbaren Intervall auf. Während der Belastungsphase im Einzelstütz bleibt der dritte Ton bestehen und beim Aufsetzen des Schwungbeines bzw. beim Abdruck ertönen die Töne 2 und 1 ebenfalls in einem geringen Abstand voneinander. Bei einem harten Aufsetzen z.B. mit Spitzfuß sind die ersten drei Töne gleichzeitig bzw. als nur ein Ton zu hören oder es ertönt ein Tongemisch. Zusätzlich ist ein 4. Ton bei 110 % Körpergewicht vorgegeben, der beim normalen Gehen nicht auftreten sollte.

Bei Beginn der Feedback Therapie wird dem Kind die Solltonkurve vorgespielt. Dann beginnt das Kind mit den Tönen zu üben. Dies wird solange fortgesetzt, bis das Kind rechts und links in der Lage ist, mit der Ferse aufzusetzen. Je nach Übungsfortschritt werden Videoaufzeichnungen oder Ganganalysen zur Dokumentation des Lernfortschrittes vorgenommen.

Während der Feedback Therapie, die mehrere Wochen dauern kann, werden die anderen Therapien ausgesetzt, um etwaige Einflüsse auszuschließen.

2.5 Feedback - Arbeitsweise

Das Üben mit der eigenen „Fußmusik“ wird von ergänzenden Kommentaren oder Anweisungen der Therapeutin unterstützt, bis das gewohnte Gangmuster bewusst modifiziert werden kann. Die Kommunikation zwischen Therapeutin, Kind und Tonalem Feedback und ist entscheidend für die Lernfortschritte und den Therapieerfolg.

2.6 Neues Feedback Modul seit 2014

Bei der Neuaufnahme der Tonalen Feedback Therapie mit Personen nach Schlaganfall und anderen Gangstörungen wurde ein neues Feedback Modul mit vereinfachter Bedienung und einem sehr guten Klangsystem erstellt (Siehe Feedback nach Schlaganfall).



Abb. 1: Display der Feedback Software mit Kalibrierung, Bestimmung der Tonschwellen, Auswahl des Therapiemodus und Registrierung der einzelnen Versuche.

3. Fallanalysen bei Kindern mit infantiler Cerebralparese

Beispiel 1: Kind, weibl., 5 Jahre, Diparese links stärker als rechts, beim Gehen Streckmuster links mit Innenrotation und assoziierten Armbewegungen. Asymmetrische Becken- und Wirbelsäulenbewegung beim Gehen.

Erste Ganganalyse

Bei der ersten Ganganalyse war das Kind 5 Jahre alt. Das Fußaufsetzen erfolgt auf beiden Seiten im Spitzfußmuster.

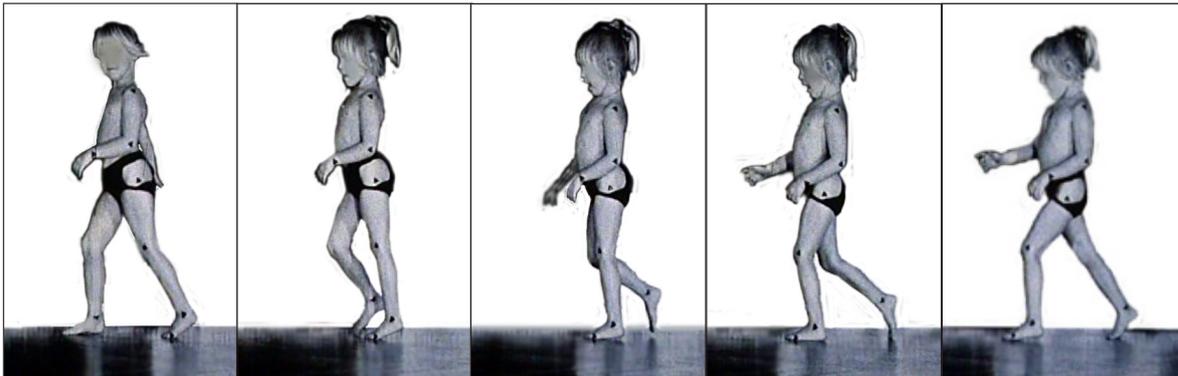


Abb. 2a: Aufsetzen links mit dem Vorfuß, Streckmuster im Einzelstütz mit Abheben der Ferse. Aufsetzen rechts in leichter Spitzfußhaltung. (Bildserie von rechts nach links).

Beim Aufsetzen links ist der Unterschenkel bereits senkrecht und der Fuß setzt mit dem Ballen auf (Spitzfußstellung). In der Einzelstützphase (das rechte Bein beginnt mit der Vorwärtsbewegung/Schwungphase) erfolgt die Streckung im Sprunggelenk und im Knie (Streckmuster). Auch das Aufsetzen des rechten Fußes wird in leichter Spitzfußhaltung ausgeführt. (Abb. 2a)

Von vorne sind die Innenrotation des linken Fußes und die Beugekontrakturen in den Armen zu erkennen. (Abb. 2b)

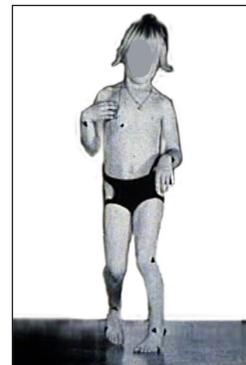


Abb. 2b: Aufsetzen links mit Innenrotation.

Zweite Ganganalyse (voroperativ)

In den zwei Jahren darauf erfolgte eine Bobath Therapie. Da sich das Gangmuster nicht entscheidend veränderte, wurde eine Aduktorenverlagerung geplant.

Voroperativ wurde eine zweite Ganganalyse durchgeführt.

Sie zeigte das starke Streckmuster links mit Innenrotation und mit starker asymmetrischer Wirbelsäulenschwingung. (Abb. 3)



Abb. 3: Aufsetzen links mit Innenrotation.

Dritte Ganganalyse (nachoperativ)

Die dritte Ganganalyse - 1 Jahr nach der Adduktorenverlagerung - zeigt weiterhin das initiale Streckmuster links stärker als rechts mit hohen Vertikalkräften beim ersten Bodenkontakt und eine asymmetrische Becken- und Wirbelsäulenbewegung.

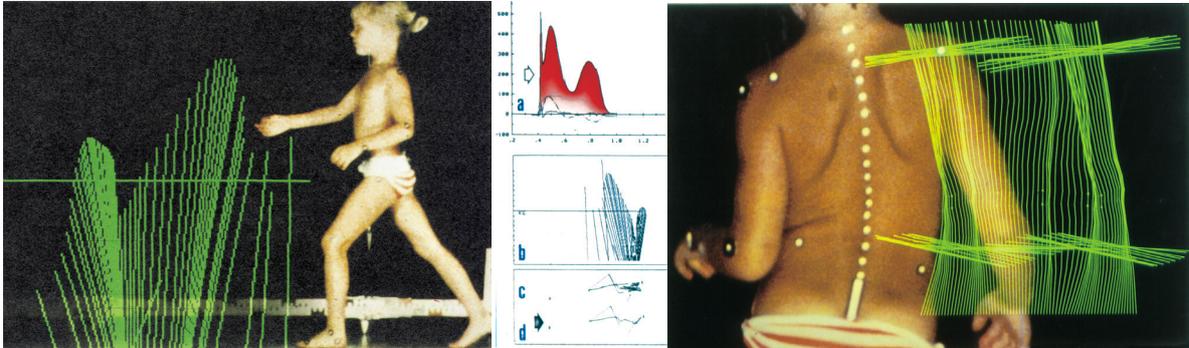


Abb. 4: a) Aufsetzen links (Vektoren der Gangrichtung angepasst), b) Kraftverläufe: Bodenreaktionskräfte, Vektoren, Kraftangriffspunkt, c) Schulter, Becken- und Wirbelsäulenbewegung bei der Schrittfolge links - rechts - links.

Die Vertikalkräfte (Abb. 4 b) weisen eine hohe Prellzacke und maximale Werte von 150% des Körpergewichts auf. Das Streckmuster links (Fuß- und Kniestreckung im Einzelstütz) ist auch als Bremsbewegung zu verstehen, da die Vektoren gegen die Gehrichtung gerichtet sind. Der Kraftangriffspunkt (Abb. 4 b,c,d) liegt im Vorfuß, es erfolgt keine Kraftübertragung über die gesamte Fußsohle. Die Lage des Kraftangriffspunktes im Vorfuß bedeutet dabei eine hohe Belastung der Achillessehne und unterstützt auch „mechanisch“ die Streckbewegung im Sprunggelenk und des weiteren im Kniegelenk. (J. Perry, 2003) Die Streckung in Sprung- und Kniegelenk führt zu einem Anheben des Beckens und damit - bei asymmetrischem Streckmuster - zu einer asymmetrischen Becken- und Wirbelsäulenbewegung (Abb. 4 c) mit ungünstiger Wirbelsäulenbelastung. Auch in der Ansicht von vorne bleibt das Innenrotationsmuster links erhalten. (Abb. 5)

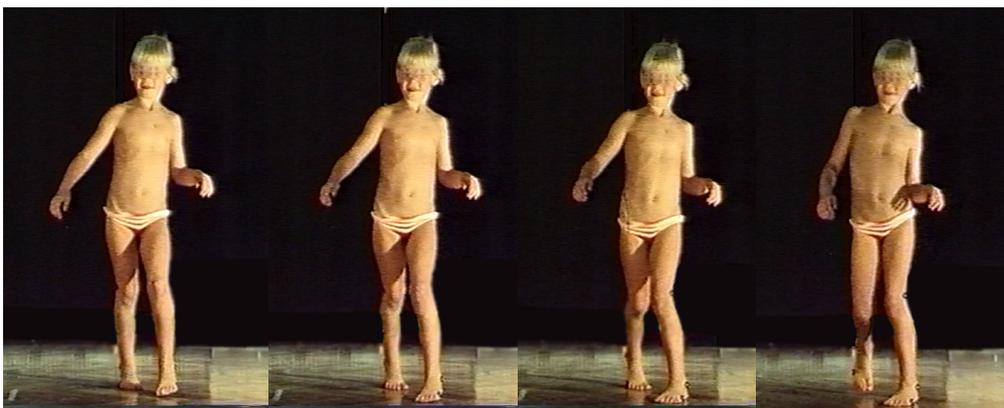


Abb. 5: Dritte Ganganalyse. Beim Aufsetzen links beginnt die Innenrotation des linken Fußes, in der Einzelstützphase (4. Bild) ist der Fuß fast 45° innenrotiert und das Knie streckt sich (Bildreihe von links nach rechts).

Feedback Therapie

Zweieinhalb Jahre nach der Operation - bei fortgeführter Bobath Therapie ohne Veränderung des Gangmusters - wurde mit der Feedback Therapie begonnen.

Nach 6 Therapieeinheiten (à ca. 30 min) wurden die Großaufnahmen (Fuß/Knie) gemacht. Ohne Feedback blieb das Streckmuster auch bei langsamem Gehtempo erhalten - erkennbar an der Streckbewegung im Sprung- und Kniegelenk in der Einzelstützphase. Allerdings gelang bereits das Aufsetzen mit flachem Fuß und ohne Innenrotation. (Abb. 6)



Abb. 6: Gehen ohne Tonales Feedback. Aufsetzen links mit flachem Fuß, bei Beginn der Einzelstützphase (2. Bild v. rechts) und in der Mitte der Einzelstützphase (3. Bild von rechts) streckt sich das Knie und die Ferse hebt ab. (Bildreihe von rechts nach links).

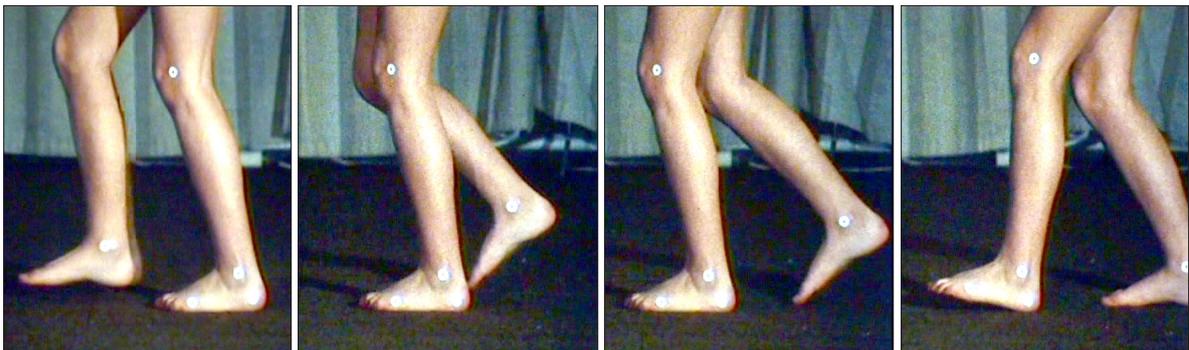


Abb. 7: Gehen mit Tonalem Feedback. Aufsetzen mit der Ferse (1. Bild rechts), in der Einzelstützphase bleibt das Knie gebeugt und die Ferse hebt nicht ab. Kein Streckmuster. (Bildreihe von rechts nach links).

Mit Feedback kam es erstmalig zum Aufsetzen der Ferse bei Schrittbeginn, das Knie blieb gebeugt und es erfolgte keine Streckung im Sprunggelenk. Das Auslösen des Streckmusters wurde damit unterbunden. (Abb. 7)

Insgesamt kam es zu einer Verlangsamung des Ganges, die Schritte wurden etwas kürzer, und da das Streckmuster ausblieb, wurde die Hoch-Tiefbewegung reduziert. Auch die Beckenbewegung blieb mit der Vermeidung des Streckmusters in der Hoch-Tiefbewegung geringer, sodass keine starken und asymmetrischen Wirbelsäulenbewegungen mehr auftraten.

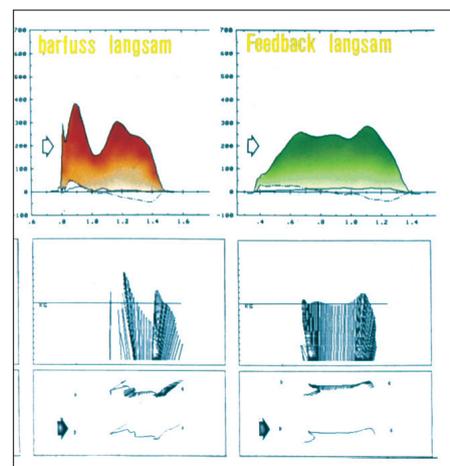


Abb. 8: Schritt links, Kraftverläufe bei langsamem Gehen (rot) und bei Feedback (grün).

Zusätzlich war auch eine Veränderung des Aufsetzmusters links zu beobachten: An Stelle der starken Innenrotation wird der Fuß nunmehr fast in Gehrichtung aufgesetzt. (Abb. 9) Auf Grund der Komplexität der Veränderungen sprechen wir von einem **pattern shift**.

Diese als *pattern shift* bezeichnete plötzliche Veränderung des Bewegungsablaufs beinhaltet die Unterbrechung des Streckmusters, welches zu dem Zeitpunkt einsetzt, wenn der Fuß, meist in Spitzfußhaltung oder mit dem Vorfuß und nach innen rotiert, aufsetzt und zugleich mit der Streckbewegung im Sprunggelenk (mit Abheben der Ferse in der Einzelstützphase) und der Streckung im Knie statt findet.

In der optimalen Variante findet der Bodenkontakt über Ferse - Ballen - Zehen statt, wobei dieses „normale“ Abrollmuster bei Kindern mit ICP nur unter besonderen Bedingungen erreicht werden kann. Dazu kann die Leitmelodie des tonalen Feedbacks einen wertvollen Beitrag leisten und neben einer Verringerung des Geh tempos auch den Belastungsanstieg bei der Gewichtsübernahme beeinflussen.

Die Vertikalkraftkurven in Abb. 8 zeigen die unterschiedlichen Kraftverläufe beim Gehen mit und ohne Feedback und auch den verbesserten Verlauf des Kraftansatzpunktes beim Gehen mit Feedback gegenüber dem unregelmäßigen Verlauf beim Gehen ohne Feedback. Das tonale Feedback dient zumindest als akustische Gestaltungshilfe für die Dynamik eines Schrittes und kann darüber hinaus auch zu einer Veränderung des Gangmusters beitragen.



Abb. 9: Tonales Feedback. Aufsetzen links mit minimaler Innenrotation.

Beispiel 2: Kind weibl., 5 Jahre, Hemiparese rechts, mehrere physiotherapeutische Therapien, keine Operationen.

Gangaufzeichnung

Asymmetrisches und schlecht koordiniertes Gangmuster, sporadisch leichtes Streckmuster. Leichte Innenrotation beim Aufsetzen und Abheben des Fußes, Gleichgewichtsschwierigkeiten, assoziierte Reaktionen bei Hand- und Armbewegungen. Kein ausgeprägtes Abrollmuster, aber meistens Aufsetzen mit der Ferse.

Das auffällige Gangmuster ist an der fehlenden diagonalen Koordination zu erkennen, d.h. dass oft die Gegenbewegung von Schulterachse zur Beckenachse nicht stattfindet, sondern beim Vorbringen eines Beines und des Beckens die gesamte Rumpfseite mitbewegt wird und es damit auch zum Passgangmuster incl. der Armbewegung bzw. Armhaltung kommt.



Abb. 10: Schrittfolge von links auf rechts - links - rechts. (Bildserie von links nach rechts).

Die drei Einzelschritte (Abb. 10), mit dem Aufsetzen links beginnend, zeigen beim ersten Schritt (Bilder 1 - 3) eine diagonale Arm-Bein Koordination, da im zweiten Bild mit dem rechten Knie auch der linke Arm nach vorne kommt. Beim nächsten Schritt von rechts auf links bewegt sich der linke Arm mit dem linken Bein nach vorne (Bilder 5,6), was zu einem Passgangmuster führt. In der mittleren Stützphase links (6. Bild) kommt es zu einer assoziierten Reaktion mit Anheben des linken Armes. Beim Vor-schwingen des rechten Beines zum Aufsetzen rechts (6. und 7. Bild) wird die rechte Körperseite - also Bein, Becken, Rumpf und Schulterachse - vorrotiert, sodass die gegenseitige Passgangstellung zum vorherigen Schritt eingenommen wird.



Abb. 11: Bildserie von links nach rechts. Zwei Einzelschritte von vorne.

Das Aufsetzmuster variiert, im ersten Schritt links (1. Bild) flaches Aufsetzen, beim nächsten Schritt rechts (3. Bild) deutliches Aufsetzen mit der Ferse, beim nächsten Schritt links (5. Bild) flaches innenrotiertes Aufsetzen mit darauffolgendem Streckmuster und beim Aufsetzen rechts wieder Innenrotation und flaches Aufsetzen.

Bei der Aufnahme von vorne (Abb. 11) ist das Mitrotieren der gesamten linken Körperseite beim Schritt von rechts auf links zu erkennen. Dazu kommt das Aufsetzen in leichter Innenrotation und das Vorbringen des linken Beines und des linken Armes im Passgangmuster. Beim nächsten Schritt auf rechts folgt ein leichtes Überkreuzen in der Fußstellung. Auch der rechte Fuß wird leicht innenrotiert aufgesetzt.

Feedback-Therapie

Ziel der Feedbacktherapie ist es, das Abrollmuster und das Gleichgewicht zu verbessern und den Gang zu stabilisieren. Zu Beginn der Feedback Therapie wird dem Kind zuerst die „Sollmelodie“ vorgespielt. Bei den eigenen ersten Versuchen kommt es vor allem auf Grund des abrupten und flachen Fußaufsetzens zu einem Tongemisch, das keine Ähnlichkeit mit der Sollmelodie hat. Das Kind reagiert darauf mit assoziierten Reaktionen in der Hand- und Armbewegung und mit Gleichgewichtsverlust. (Abb. 12)



Abb. 12: Beginn der Feedback Therapie: Freies Gehen, bei „Fehltonen“ teilweise starke assoziierte Reaktionen - hier mit Gleichgewichtsschwierigkeiten.

In den darauf folgenden Therapieeinheiten wird die Gehstrecke auf 2-3 Schritte verkürzt und beschränkt sich auf den „klingenden Kreis“ (Abb. 13). Es gelingt ein dosiertes Aufsetzen mit der Ferse und die assoziierten Reaktionen reduzieren sich auf kleinräumige Hand- und Armbewegungen. In weiterer Folge wird mit leichter Handunterstützung gearbeitet, um die Gleichgewichtsprobleme zu vermeiden. (Abb. 14) Danach erfolgt die weitere Therapie ohne Handhaltung, die Gleichgewichtsprobleme treten nicht mehr auf.



Abb. 13:
Üben im
„Musikkreis“.



Abb. 14:
Mit Hand-
unterstützung

Gang mit Tonalem Feedback

Nach 6 Therapieeinheiten konnte das Kind das Abrollmuster gut produzieren, beim Abheben und Aufsetzen des Fußes kam es nicht mehr zu einer Innenrotationsstellung.

Bildreihe links (von oben nach unten): Einzelstütz rechts, Abheben links. Beim Vorschwingen bleibt der Fuß (2. Bild) weiterhin gerade nach vorne ausgerichtet. Im 3. und 4. Bild erfolgt eine leichte Außenrotation und im 5. und 6. Bild setzt der Fuß deutlich mit der Ferse auf, allerdings mit geringer Innenrotation.

Bildreihe rechts (von oben nach unten): Fortsetzung der Bildreihe links - Der rechte Fuß wird gerade angehoben (1. und 2. Bild), im 3. Bild leicht nach außen rotiert. Beim Vorschwung (4. Bild) erfolgt eine leichte Außenrotation und im 5. Bild vor dem Aufsetzen wird der Fuß wieder gerade gehalten und setzt im 6. Bild mit minimaler Außenrotation auf.

Insgesamt tritt weder beim Schritt rechts auf links noch im folgenden von links auf rechts eine Innenrotation wie vor dem Feedback ein. Ebenso fehlt das flache Aufsetzen, statt dessen werden beide Füße deutlich mit der Ferse aufgesetzt und über die ganze Fußsohle abgerollt. Da auch beim Abheben keine Innenrotation eintritt, scheint das Innenrotationsmuster unterbrochen zu sein.

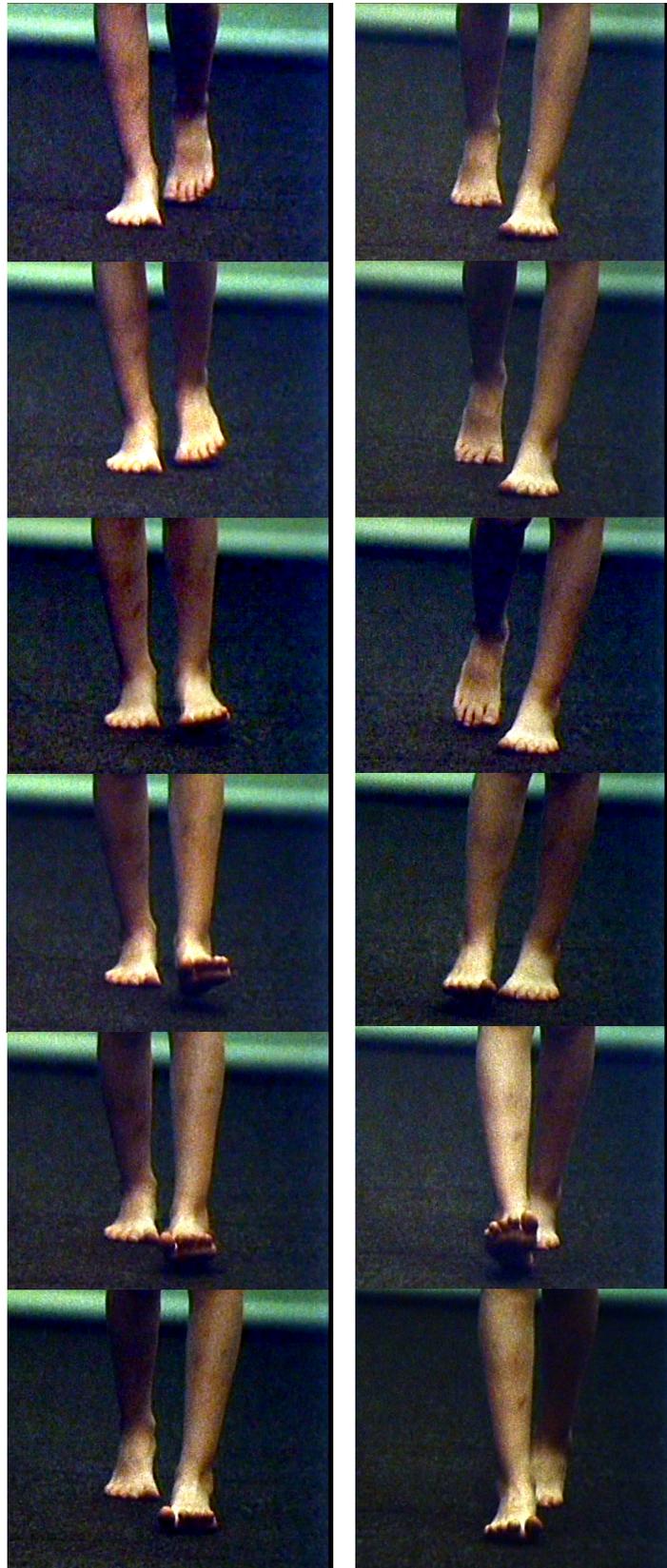


Abb. 15: Gang mit Tonalem Feedback.

Beispiel 3:

Kind männl., 9 Jahre, Diparese, rechts stärker als links. Aufnahmen mit verschiedenen Ganggeschwindigkeiten (Abb. 16, hohe Ganggeschwindigkeit). Starkes Streckmuster, Aufsetzen mit dem Vorfuß und fast gestrecktem Knie, weitere Kniestreckung in der gesamten Einzelstützphase mit Abheben der Ferse bereits bei Beginn der Einzelstützphase.

Gangaufzeichnungen bei der Feedbacktherapie dokumentieren bei verschiedenen Ganggeschwindigkeiten von 0.7 m/s bis 1.6 m/s Vertikalkräfte von 150%, 200% und 250% Körpergewicht. Bei der von dem Kind bevorzugten hohen Ganggeschwindigkeit steigen bereits 0.03 sec nach dem Fußaufsetzen die Vertikalkräfte zum ersten Maximum an. (Abb. 17)

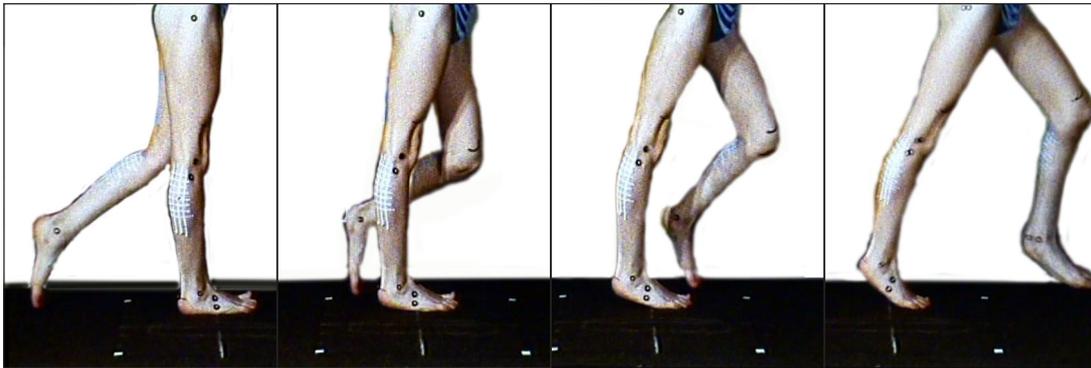


Abb. 16: Schneller Schritt, Aufsetzen rechts (Bild 1), Streckung in der Einzelstützphase (Bilder 2,3), Abheben der Ferse und Vorschwingen des linken Beines (Bilder 3,4). (Bildserie von links nach rechts).

Abb. 17 zeigt die Bodenreaktionskräfte beim Gehen. Die Kurven in der ersten Reihe dokumentieren drei verschiedene Ganggeschwindigkeiten, wobei die dritte Kurve dem vom Kind bevorzugten Tempo entspricht. Die Kurve rechts unten zeigt den dargestellten Feedback Versuch mit dem sehr langsamen Anstieg der Vertikalkraft bis zum Körpergewicht. Links unten ist die Vergleichskurve eines Kindes ohne CP.

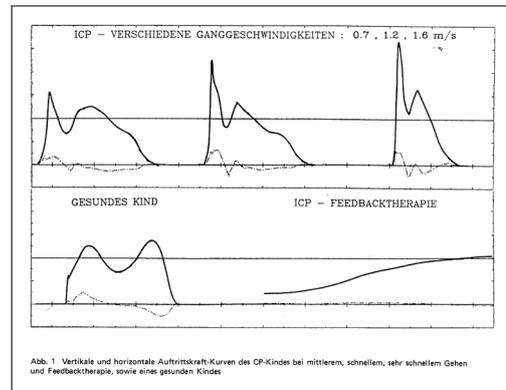


Abb. 17: Bodenreaktionskräfte beim Gehen. (Fleiß et al., 1984, S. 202).

Die Berechnung der beim Gehen wirksam werdenden Kräfte auf das obere Sprunggelenk (OSG) und die Beuger bzw. Strecker im Sprunggelenk (Dorsalflexion bzw. Plantarflexion im OSG) sind in Abb. 18 dargestellt. Die Berechnung bezieht sich auf den Zeitpunkt des ersten Maximums nach dem Auftritt. Beim Kind ohne CP liegt der Kraftangriffspunkt im hinteren Drittel des Fußes und ziemlich genau unter dem oberen Sprunggelenk. Die Gelenkskraft beträgt ca. 150% des Körpergewichts. Die Muskelkräfte sind minimal: 8% des Körpergewichts bei den Extensoren. (Siehe Fleiß et al., 1984)

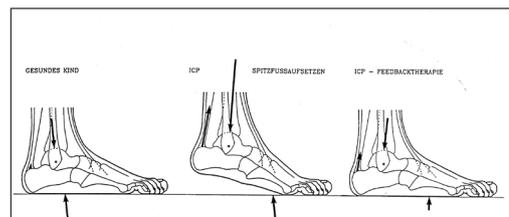


Abb. 18: Modellberechnung für die beim Gang wirksam werdenden Kräfte: Kind ohne CP, Beispiel 3, bei hoher Ganggeschwindigkeit und beim Feedback. (Fleiß et al., 1984, S.205).

Bei diesem Kind mit CP erfolgt die Belastung auf dem Ballen, der Kraftangriffspunkt liegt im vorderen Drittel des Fußes und die Ferse ist abgehoben. Auf Grund der hohen Vertikalkräfte steigen die Gelenkskräfte auf 300% und bis über 500% des Körpergewichts bei der hohen Ganggeschwindigkeit an. Entscheidend sind nun die Muskelkräfte, die bei den Sprunggelenksstreckern (Plantarflexion im OSG) über 300% des Körpergewichts erreichen. Damit lösen sie bereits mechanisch den Streckreflex im Sprunggelenk und des weiteren im Kniegelenk aus.

Nach 7 Feedbackeinheiten (à 30 min) kommt es erstmals zu einem Bodenkontakt der Ferse, gefolgt von einer langsamen Gewichtsübernahme und der Vermeidung der Streckbewegung in Sprung- und Kniegelenk (Abb.19)

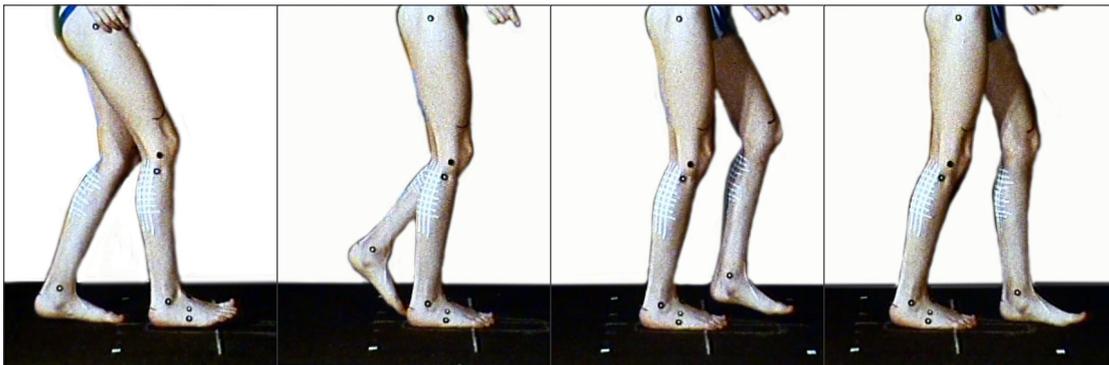


Abb. 19: Feedback, Aufsetzen mit der Ferse (Bild 1), Einzelstützphase, das Knie bleibt gebeugt und die Ferse hebt nicht ab (Bilder 2,3), geringe Schrittlänge rechts/links (Bild 4). (Bildserie von links nach rechts).

Auch beim Vorschwingen des linken Schwungbeines bleibt das rechte Knie gebeugt und die rechte Ferse wird erst knapp vor dem Aufsetzen links abgehoben. Somit ist das Streckmuster unterbrochen. Auch beim Feedback Versuch befindet sich der Kraftangriffspunkt noch immer im vorderen Teil des Fußes und auch die Muskelkräfte in den Extensoren liegen bei 150% des Körpergewichts, die Tendenz zur Streckung im Sprung- und des weiteren im Kniegelenk ist demnach auch beim langsamen Auftreten mit flach aufgesetztem Fuß noch gegeben. (Abb. 18)

Für die Betreuung beim Feedback Training ist es daher wichtig darauf zu achten, dass auch beim langsamen Fußaufsetzen mit flacher Sohle oder bereits mit der Ferse in der ersten Belastungsphase keine Sprunggelenks- und Kniestreckungen erfolgen. In vielen Videoaufzeichnungen bei ersten erfolgreichen Feedback Versuchen ist ein kurzes Kniestrecken bemerkbar, kann aber mit Anweisungen unterdrückt werden und damit kann das „mechanische Streckmuster“ unterbunden werden.

Abschließend lässt sich feststellen, dass das primäre - neurologisch bedingte - Streckmuster, welches bereits in der Schwungphase einsetzt, durch Tempoverringern und Feedback Schulung beherrscht werden kann. Das zweite „mechanisch“ bedingte Streckmuster kann durch die verringerten Kräfte infolge der Temporeduzierung und durch das Beibehalten einer Kniebeugung in der Belastungsphase vermieden werden.

Bei allen Versuchsserien mit Kindern mit ICP fällt auf, dass das Spielen mit den Tönen für sie sehr motivierend ist und dass selbst nach einer Übungseinheit von 30 Minuten die meisten Kinder weiter üben wollen. Einige Kinder nehmen auch „Kontakt“ zur tönenden Platte bzw. dem Lautsprecher auf und kommentieren ihre produzierten Tonfolgen.

Zusammenfassung

Hauptergebnis der Tonalen Feedback Therapie bei Kindern mit ICP ist, dass die Veränderung des Gangmusters ohne zusätzliche Therapien wie Dehnen der Muskulatur oder Dehnen der Achillessehne etc. erfolgte. Ausschließlich das Üben mit den Tönen führte dazu, dass die Kinder nach einiger Zeit mit der Ferse aufsetzen konnten. Damit war das Hauptziel erreicht, nämlich den vollen Bodenkontakt des Fußes mit dem Boden für die Initiierung des Abrollmusters: Ferse - Ballen - Zehen beim Gehen.

Für die Feedback Therapie ist die Tonfolge, die beim Gehen synchron mit dem einzelnen Schritt hörbar wird, eine dynamische Leitmelodie. Nach einiger Zeit wandelt sich das gehörte „externe Feedback“ zu einem „internen Feedback“, wodurch der Schritt modifiziert und gestaltet werden kann. Die einprägsame Tonfolge des dosierten Fußabrollens wird zum gestalterischen Element beim Neulernen der Abrollbewegung oder bei der Verbesserung eines unkoordinierten Gehens.

Insgesamt wurde die Tonale Feedback Therapie an 60 Kindern und Jugendlichen durchgeführt. Bei 28 Kindern und Jugendlichen wurden in Zusammenarbeit mit der Universitäts Kinderklinik individuelle Tonale Feedback Therapien durchgeführt, die jeweils bis zum Erreichen eines dosierten Abrollmusters führten. Dazu genügten in vielen Fällen 6 - 7 Therapieeinheiten, bei hartnäckigen Spitzfußmustern waren bis zu 12 Einheiten notwendig. Nach einem halben Jahr bzw. einem Jahr erfolgten Gangkontrollen in Hinblick auf die Beständigkeit der positiven Veränderung des Gangmusters. Bei allen therapierten Kindern konnte ein dem normalen Gang angenähertes Abrollmuster erreicht und über einen längeren Zeitraum erhalten werden.

Zusätzlich zu den individuellen Therapien wurden zwei Untersuchungen nach einem einheitlichen Versuchsplan durchgeführt. Beim ersten Versuch nahmen 12 Kinder teil, davon 8 Kinder mit Hemiparese und 4 Kinder mit Diparese. Dabei konnte in kurzer Zeit eine signifikante Verbesserung des Kraftanstiegs, eine Verringerung der initialen Prellzacke, eine Verringerung des ersten Kraftmaximums und eine Verlängerung der Stützzeit erreicht werden (Fleiß et al, 1980).

In einem zweiten Versuch mit 19 Kindern, davon 13 mit Hemiparese und 6 mit Diparese konnte wiederum mit tonalem Feedback eine signifikante Verbesserung des Kraftanstiegs, die Verminderung der initialen Prellzacke, eine Verringerung des ersten Kraftmaximums und eine Verlängerung der Stützzeit erreicht werden. Außerdem konnte durch eine Ausweitung der Meßparameter auf den Kraftangriffspunkt eine Verschiebung des Kraftangriffspunkte in Richtung Ferse und eine Verlängerung des Weges des Kraftangriffspunktes über die Fußsohle dokumentiert werden. (Pokorny, 1985).

Literatur

Fleiß O., Fleiß H., Pokorny H., Feedbacktherapie zu Verbesserung der Aufsetz- und Abrollbewegung beim Gehen. In: Int.J.Rehab. Research, 1980, 3(4) 497 - 503.

Fleiß O., Holzer H., Pokorny H., Reimann R., Engelke K., Fleiß H., Fußbelastung und Möglichkeiten der Belastungsreduktion nach Feedback-Therapie bei Kindern mit ICP. In: Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenks, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1984, S 199 - 207.

Perry, J., Ganganalyse, Urban&Fischer Verlag, München 2003.

Pokorny H., Feedbacktherapie zur Verbesserung des Aufsetzmusters bei Kindern mit Infantiler Cerebralparese. Dissertation 1985.

Die Feedback Therapie wurde im Rahmen von Forschungsprojekten in Zusammenarbeit der Univ. Klinik für Kinderchirurgie (o.Univ.-Prof. H. Sauer) und der Abt. für Bewegungslehre (a.o.Univ.-Prof. O. Fleiß) am Institut für Sportwissenschaften der Universität Graz eingesetzt. Die Projekte wurden vom Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt.

Die vorgestellten Beispiele wurden in Zusammenarbeit mit dem Landessonderkrankenhaus Stolzalpe (OA Dr. A. Murri) und der Univ. Kinderklinik Graz (Univ.-Doz. Dr. M. Haidvogel) erstellt.