

1. Einleitung

1.1. Klumpfuß – Talipes equinovarus – CTEV (congenital talipes equinovarus)

1.1.1. Definition, Pathogenese und Pathomechanik

Unter dem Begriff kongenitaler Klumpfuß versteht man eine angeborene Krankheit des Fußes mit den Teilkomponenten pes equinus (Spitzfuß), pes varus (innenvertierte Ferse), pes adductus (Vorfußadduktion) und pes excavatus (Hohlfuß). Einige Autoren ergänzen diese vier Komponenten noch durch den pes supinatus (pathologisch angehobener medialer Fußrand).

Der Klumpfuß ist von Geburt an präsent und lässt sich aktiv und passiv nicht vollständig korrigieren.

Aus heutiger Sicht gilt die schon 1803 von Antonio Scarpa beschriebene Innenrotation der gesamten subtalaren Fußplatte im Verhältnis zum Talus als entscheidendes und therapierelevantes pathologisches Prinzip der Deformität.

Die Innenrotation macht jedoch nur einen Teil der komplexen Inversionsfehlstellung (Kombination aus Plantarflexion, Supination und Vorfußadduktion mit konsekutiver Varisierung der Ferse und Inversionsstellung im unteren Sprunggelenk) aus.

Die Knochen zeigen eine medioplantare Abwinkelung des dünneren und längeren Talushalses eines allgemein kleineren Talus, eine keilförmigen Deformierung des Os naviculare, einen verkleinerten Kalkaneus mit überproportioniertem Gelenkfortsatz sowie eine Außenrotation der Fibula gegenüber der Tibia^{63,19}.

Die Weichteilstrukturen (Bänder, Gelenkkapseln, Muskeln) zeigen eine Verkürzung an der Fußinnenseite und -rückseite sowie eine Verlängerung an der Fußaußenseite. Bedingt durch die veränderte Gelenkstellung kommt es zu einer Medialisierung der Sehnen der Fußheber (Mm. tibialis anterior, extensor digitorum longus und extensor hallucis longus), die durch die daraus resultierende verstärkte und synergetische Adduktions- und Supinationswirkung für den progredienten Verlauf des Klumpfußes mitverantwortlich ist^{19,52}.

Ferner erkennt man eine Verkürzung und Verdickung des M. tibialis posterior sowie eine hypoplastische Wadenmuskulatur (sog. Klumpfußwade) mit dünner Achillessehne.

1.1.2. Ätiologie

Die Ursache des kongenitalen Klumpfußes ist bis heute ungeklärt.

Das gehäufte familiäre Auftreten sowie unterschiedliche Inzidenzen bei verschiedenen ethnischen Gruppen lassen einen genetischen Defekt vermuten.

Eineiige Zwillinge eines Betroffenen haben eine Erkrankungswahrscheinlichkeit von 32,5%³⁰. Kaukasische Bevölkerungsgruppen zeigen eine Inzidenz von 1 bis 3 pro 1.000 Geburten^{26,12,65,59,11}, unter den Asiaten liegt sie bei 0,5 pro 1.000^{12,59} und bis zu 8 pro 1.000 bei Polynesiern^{26,12}.

Weder ein Mendelscher Erbgang noch eine HLA-Assoziation konnten bisher nachgewiesen werden.

Die Beobachtungen jahreszeitlicher Schwankungen^{3,56} der Klumpfußinzidenz, welche jedoch von einigen Autoren angezweifelt werden⁷, bringen Temperatureinfluß, Lebensmitteltoxine und Virusinfektionen in die ätiologische Diskussion.

Tabakkonsum während der Schwangerschaft erhöht die Inzidenz möglicherweise um bis zu 30%²⁵.

1.1.3. Diagnose

Die Diagnose^{19,14,21} des kongenitalen Klumpfußes lässt sich klinisch am ersten Lebenstag stellen.

Es findet sich ein Widerstand des Rückfußvarus und –equinus gegen passive Korrektur¹⁶ und eventuell eine schwächige Klumpfußwade sowie tief eingezogene, quere Hautfalten oberhalb der Ferse und am medialen, erhobenen und konkaven Fußrand.

Die Exkavatusstellung äußert sich in einer Steilstellung des Os metatarsale I.

Am lateralen, konvexen Fußrand tritt die Prominenz des Taluskopfes hervor.

Abzugrenzen ist die sog. Klumpfußhaltung, die sich passiv leicht korrigieren lässt und weder eine schwächige Wade noch tief eingezogene Hautfalten aufweist. Der Klumpfußhaltung liegt ursächlich wahrscheinlich eine Lageanomalie in utero vor. Sie normalisiert sich innerhalb der ersten Lebenswochen spontan und bedarf keiner Therapie.

Bildgebende Verfahren werden für die Diagnose nicht benötigt. Eine Röntgenaufnahme sollte allerdings in allen Fällen angefertigt werden, in denen eine operative Behandlung indiziert ist¹⁹.

Ein Klumpfuß kann auch sonographisch bereits in utero erkannt werden^{44,61}. Auf die Therapie hat eine in-utero-Diagnose bisher keinen Einfluss.

1.1.4. Therapie

Die Therapie sollte durch Reposition des subtalaren Gelenkkomplexes einen plantigraden, äußerlich möglichst unauffälligen Fuß mit Schmerzfreiheit und guter Beweglichkeit zum Ziel haben^{19,20}.

Unterschiedliche Therapieregime stehen zur Verfügung. Gemeinsam ist den verschiedenen Konzepten lediglich der frühe Zeitpunkt des Therapiebeginns am ersten Lebensstag.

Das gängigste Therapieprotokoll ist wohl die Gipsredressionsbehandlung in den ersten Lebensmonaten, für welche wiederum verschiedene Techniken zur Verfügung stehen. Eine Alternative zum Gipsverband ist die elastische Wickeltechnik durch speziell geschulte Physiotherapeuten („French Therapy“)⁵⁵, gegebenenfalls ergänzt durch den unterstützenden Einsatz von Bewegungsschienen.

Die Redression hat bei der Mehrzahl der verschiedenen Therapieregime die Korrektur der Adduktus- und Supinatuskomponente des Mittelfußes unter Belassung des Spitzfußes zum Ziel. Die verbleibende Spitzfußkomponente wird in der Regel operativ korrigiert.

Der mehrmonatigen konservativen Therapie folgt meist eine Operation, an welche sich wiederum eine weitere stützende Behandlung z.B. mittels Schienen anschließt⁵⁴.

Die Operationsmethoden des primären Klumpfußes lassen sich in weichteilige, knöcherne und kombinierte Verfahren einteilen¹⁹.

Als weichteilige Verfahren stehen neben der obligaten Achillessehnenverlängerung oder Achillessehnedurchtrennung und unterschiedlich stark ausgeprägten Weichteilentflechtungen (Releases) noch Sehnentransfers, -verlängerungen und -durchtrennungen verschiedener Muskeln zur Wahl (z.B. M. tibialis anterior und posterior oder M. abductor hallucis), außerdem Sehnscheidenspaltungen und/oder eine Plantaraponeurosenablösung.

Das Ausmaß der Entflechtung sollte nach der Rigidität idealerweise erst intraoperativ gegebenenfalls mit Hilfe von Röntgenbildern gewählt werden, was Bensahel als „à-la-carte-Procédere“ bezeichnet⁵.

Dabei ist der Bereich zwischen einem nicht vollständigen Ausschöpfen, und damit der Gefahr eines persistierendem Klumpfußes, und einer Überkorrektur durch ein zu hoch gewähltes Ausmaß der Entflechtung sehr eng und verlangt viel Erfahrung des Operateurs.

Das von Turco empfohlene dorso-mediale Release⁶² wird jedoch in vielen Krankenhäusern dem schwierigen à-la-carte-Procédere vorgezogen.

Zurzeit gibt es noch keinen allgemein verbindlichen Standard in der (operativen) Therapie des Klumpfußes.

1.2. Ganganalyse

Mit Hilfe der Ganganalyse konnten wichtige physiologische Erkenntnisse des Fußes und des Gehens gewonnen werden.

So konnte z.B. die Annahme einer Dreipunktauflage des Fußes beim Gehen (Kalkaneus, Metatarsalköpfchen I und V), die durch einfache Schlussfolgerung aus den anatomischen Betrachtungen der Längs- und Quergewölbestruktur entstanden ist, inzwischen widerlegt werden^{10,23}.

Die Operationsempfehlungen aus dem Ganganalyselabor bestimmen heutzutage in mehr als $\frac{3}{4}$ der Fälle das genaue Operationsprozedere⁶⁴.

Für die Messung der Druckverteilung unter dem Fuß stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

Statische Messverfahren sind z.B. das Podometer (eine seitlich beleuchtete Glasplatte, auf der der Patient steht und von der über einen schräg gestellten Spiegel die unterschiedlich stark belasteten und beleuchteten Fußregionen abfotografiert werden können)⁴⁶ oder das Podogram (eine unten mit Tinte versehene Gummiplatte, die über ein Papier gelegt wird, welches sich aufgrund der verschieden hohen Drucke, unterschiedlich stark färbt, wenn der Proband über die Gummiplatte läuft)¹.

Statische Messverfahren sind im Gegensatz zu dynamischen Messungen nicht in der Lage, die Belastungen des Fußes in zeitliche Beziehung zu setzen²².

Zu den zahlreichen dynamischen Methoden gehören unter anderem Kraftmessungen mittels Dehnmessstreifen, piezoelektrischer Aufnehmer, optischer Verfahren oder Plattformen mit kapazitiven oder resistiven Aufnehmern.

Die kapazitiven Aufnehmer, zu denen auch die EMED-Plattform gehört, lassen im Gegensatz zu den resistiven Aufnehmern, die eher qualitativ und somit stark abhängig von der Erfahrung des Untersuchers messen, eine quantitative Aussage zu⁴⁶.

Sie erfüllen die 3 Gütekriterien, die von quantitativen Methoden verlangt werden: sie sind valide (d.h. messen, was sie zu messen vorgeben), objektiv (d.h. unabhängig vom Testleiter, Auswerter und Beurteiler) und reliabel (d.h. mit gleichen Ergebnissen reproduzierbar)⁴⁶.

Die dynamische Pedobarographie erlaubt eine wenig aufwendige Erfassung der Vertikalkomponente der 3 Komponenten der Bodenreaktionskraft (zeitlicher Verlauf der Vertikalkraft, der Fläche unter Belastung und der Drucke) mit hoher örtlicher (2-9 Sensoren/cm²) und zeitlicher (bis zu 100 Hz) Auflösung⁴⁷.

Die Belastung wird anhand des regionalen Kraft-Zeit-Integrals analysiert.

Die erhobenen Messungen können für den Fuß als Ganzes und/oder beliebige Teilbereiche des Fußes analysiert werden, welche man trotz gewisser Weichteilverschiebungen beim Abrollvorgang anatomischen Strukturen zuordnen kann.

1.3. Fragestellung

Die zurzeit in Deutschland von vielen Kliniken favorisierte Behandlungsform des kongenitalen Klumpfußes ist eine Achillessehnenverlängerung in Kombination mit einem dorsomedialen Weichteilrelease im Anschluss an eine mehrmonatige Gipsredression.

Die Einführung moderner Untersuchungsverfahren, die eine objektive und quantitative Analyse der verschiedenen Parameter erlauben, die Erkenntnisse, dass viele Fehlfunktionen des Fußes nicht durch klinische Untersuchungen erkannt werden können und die zunehmende Zahl von Therapiealternativen am kongenitalen Klumpfuß gaben den Anlass zu dieser Studie.

Das Ziel dieser Studie ist es, mittels einer pedobarographischen und klinischen Nachuntersuchung, die Resultate des dorsomedialen Releases zu analysieren mit der Frage nach der Notwendigkeit eines Therapieregimewechsels.