

## **Indice**

- 1.0 Introduzione** pag. 2
  - 1.1 Eziopatogenesi pag. 3
    - 1.2.1 Anatomia del piede pag. 7
    - 1.2.2 Anatomia patologica pag. 9
  - 1.3 Criteri di classificazione pag. 10
  - 1.4 Prognosi pag. 13
  - 1.5 Trattamento pag. 14
    - 1.5.1 Metodo Ponseti pag. 14
    - 1.5.2 Metodo funzionale francese pag. 20
    - 1.5.3 Metodo Kite pag. 22
    - 1.5.4 Trattamento chirurgico pag. 23
  - 1.6 Recidive pag. 26
  - 1.7 PTC correlato ad altre patologie pag. 30
  - 1.8 Altre tipologie di PTC pag. 32
- 2.0 Obiettivo** pag. 35
- 3.0 Materiali e metodi** pag. 36
- 4.0 Risultati** pag. 37
- 5.0 Discussione** pag. 54
- 6.0 Conclusioni** pag. 57
- 7.0 Bibliografia** pag. 58
- 8.0 Sitografia** pag. 61

## 1.0 Introduzione

L'obiettivo della mia tesi è quello di eleggere il miglior metodo per il trattamento del piede torto congenito secondo le ultime evidenze scientifiche, su cosa sia la problematica del piede torto congenito, quali siano i criteri per classificarlo, le patologie ad esso correlato, come contrastare e risolvere la questione delle recidive, quali siano i principali metodi utilizzati in passato e quelli che vengono tuttora utilizzati per il trattamento del piede torto congenito mettendoli a confronto e mostrando quali siano i principali punti di forza e di debolezza di ogni metodica.

Si intende per piede torto congenito (P.T.C.) una deformità del piede, presente alla nascita, caratterizzata da uno stabile atteggiamento vizioso del piede per alterazione dei rapporti reciproci tra le ossa che lo compongono a cui si associano alterazioni capsulari, legamentose, muscolo-tendinee e delle fasce.

Lasciata a sé stessa questa alterazione esita, fatta eccezione per il piede talo-valgo, in una modificazione strutturale dello scheletro del piede per cui la deformità diviene sempre più difficilmente correggibile.

Il P.T.C. è una deformità che, per frequenza, segue immediatamente alla displasia congenita dell'anca: 1 ‰ dei neonati<sup>1</sup>.

Esistono quattro varietà di piede torto congenito. In ordine di frequenza sono:

- Il piede equino-cavo-varo-addotto-supinato,
- Il piede talo-valgo,
- Il metatarso addotto o varo,
- Il piede riflesso-valgo.

Ognuna di queste varietà può essere di grado diverso e interessare uno od entrambi i piedi con forme cliniche tra loro anche diverse (piede equino-varo da un lato e talo-valgo dall'altro).

Frequentemente al P.T.C. può accompagnarsi displasia dell'anca, od altre alterazioni congenite dello scheletro. Per tale ragione, in presenza di un piede torto congenito, debbono essere praticati sistematicamente accertamenti clinici ed eventualmente radiografici di tutto l'apparato locomotore<sup>1</sup>.

## PIEDE EQUINO-CAVO-VARO-ADDOTTO-SUPINATO

È la varietà di piede torto che si riscontra più spesso (70-75%).

Predilige il sesso maschile.

Frequentemente è bilaterale.

La deformità consiste nell' atteggiamento del piede che appare fissato contemporaneamente in equinismo, cavismo, varismo, adduzione e supinazione: in complesso il piede presenta una torsione sul suo asse longitudinale, per cui la faccia plantare guarda medialmente e l'appoggio al suolo può avvenire solo sul margine esterno del piede (Figura 1).

Ciò perché le diverse articolazioni del piede sono strettamente legate fra loro da un punto di vista funzionale, poiché l'una non può restare immobile, quando l'altra si pone in atteggiamento dismorfico.

Ne deriva che ad ogni deformità elementare di una articolazione, se ne associano altre nelle articolazioni vicine (es. equinismo con varismo, adduzione e supinazione).

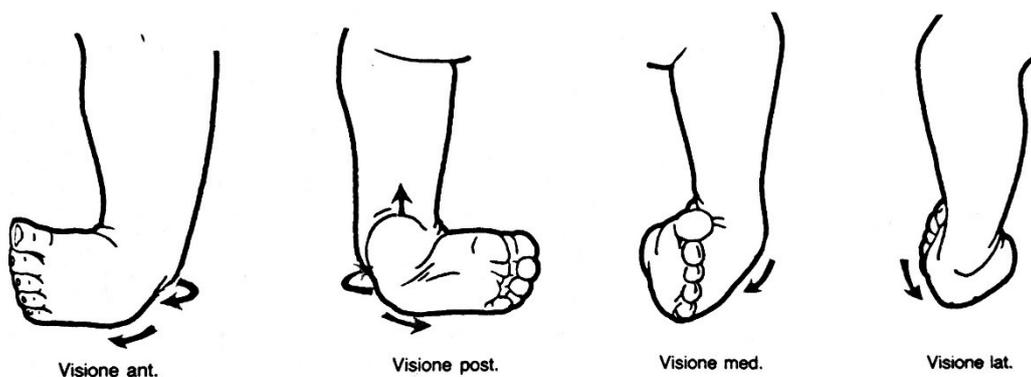


Figura 1

### 1.1 Eziopatogenesi

Non è ancora del tutto chiarita, ma è stato osservato che la deformità si instaura al 3° mese di vita intrauterina.

Alcuni studi epidemiologici hanno infatti evidenziato come il tabagismo, l'abuso di alcool e di caffeina nel primo trimestre di gestazione, siano potenzialmente in grado di aumentare significativamente (di quasi 2 volte) il rischio di sviluppare questa

malformazione, anche se con un meccanismo patogeno ancora non del tutto chiaro (teratogeno, vasculitico, neurotossico, ecc.)<sup>2,3</sup>.

Le teorie patogenetiche discusse negli ultimi anni sono diverse:

- Teoria posturale: ritiene il PTC il risultato di una compressione estrinseca durante la vita intrauterina, in base al quale le forze meccaniche impediscono il normale sviluppo del piede. Non vi è dubbio che abbia il suo ruolo nel periodo fetale nel rafforzare le alterazioni deformative instauratesi nel periodo embrionario, associandosi quindi a esse e aggravandole.

Questa teoria è stata la prima ad essere stata elaborata fin dai tempi di Ippocrate. Prevede l'esistenza di svariate condizioni uterine (briglie amniotiche, oligoidramnios, cordone ombelicale, anomalie uterine) o fetali (macrosomia, parti gemellari) in grado di determinare un alterato rapporto tra contenente (utero) e contenuto (feto), costringendo il piede a mantenere per tutta la durata della gravidanza una posizione in equino varo. In questi casi è più opportuno parlare di mal posizione del piede che ne inibisce una normale evoluzione, la prognosi sarà sicuramente migliore rispetto ad una malformazione e più semplice da trattare<sup>4,5</sup>.

- Teoria neurogena: sostenuta da Ponseti e Uhthoff, secondo i quali la malformazione si produrrebbe a causa di uno squilibrio fra muscoli agonisti e antagonisti dovuto ad anomalie dell'innervazione. Il riscontro di anomalie istologiche e strutturali della muscolatura potrebbe far sospettare una componente neurogena.

Secondo la teoria neurogena nel 10% dei casi circa il PTC può sottintendere un difetto di saldatura del tubo neurale fetale (spina bifida) o una patologia da acinesia fetale (artrogriposi)<sup>7</sup>.

I muscoli sono colpiti da un processo patologico che crea un danno che può instaurare le condizioni per una fibrosi retraente.

Valutazioni istopatologiche hanno evidenziato anche un deficit, sempre di natura neurogena, della muscolatura del piede torto tra cui:

- 1) La sproporzione tra le quantità di fibre collagene di tipo 1 e di tipo 2 presenti nei muscoli nell'arto inferiore di un piede torto, con un rapporto di 7:1, mentre nell'arto sano il rapporto è di 2:1.

2) La presenza di ipoplasia cellulare della guaina tendinea del tibiale posteriore e del flessore lungo delle dita.

La fibrosi, intesa come un aumento patologico dei tessuti connettivi, è tra le principali cause che possano causare la deformità. Nella zona posteriore e mediale del piede torto, sono stati rilevati delle fibre muscolari più corte ed un aumentata quantità di tessuto a carico delle fasce connettivali, legamenti, tendini e delle guaine tendinee. Questi fattori eziologici sembrano essere attivi per molti anni così da alimentare la possibile insorgenza di recidive dopo a correzione avvenuta<sup>8,9</sup>.

- Teoria malformativa: la teoria embrionaria o malformativa è basata sul presupposto che la causa sia una noxa patogena intrinseca allo sviluppo embrionario del feto, questa sarebbe in grado di determinare un arresto dello sviluppo degli abbozzi osteocartilaginei dell'arto inferiore già durante il 1° trimestre di gravidanza con disturbo dell'ossificazione endocondrale e pericondrile, da cui ne consegue una diversa interrelazione tra le altre strutture ossee. Questa teoria ritiene che alla base del PTC vi sia una deformità della testa e del collo dell'astragalo, la quale darebbe luogo a una relazione anomala tra astragalo e calcagno e a una rotazione mediale dello scafoide<sup>4,6</sup>.

Questa modificazione dei rapporti fra le componenti ossee e gli abbozzi osteocartilaginei genererebbe una retrazione di capsule e tendini dal lato plantare e mediale e un allungamento di quelli dal lato dorsale e laterale. Il meccanismo consiste in una distruzione di cellule superficiali embrionali prodotte da agenti esterni presenti nel liquido amniotico.

- Teoria genetica: i dottori Ponseti ed Ippolito non riscontrando alterazioni anatomiche assimilabili a quelle del piede torto prima della dodicesima settimana di sviluppo uterino, settimana di passaggio dalla fase embrionale a quella fetale, pensarono così ad una teoria genetica. I due dottori osservarono che l'abbozzo osteocartilagineo, normale in fase embrionale, subiva delle alterazioni che portavano alla formazione del piede torto; questo secondo loro era da attribuirsi a cause estrinseche agevolate da una probabile predisposizione genetica familiare. Negli ultimi anni l'ipotesi genetica ha preso sempre più campo, grazie a degli studi epidemiologici condotti su gemelli affetti da piede

torto<sup>8,9</sup>. Tramite questi si è potuto dimostrare, per questa malformazione, che i gemelli monozigoti hanno un rischio più elevato (16,6-32,5%) rispetto ai gemelli eterozigoti (3%-5%).

Può essere sospettata data la frequenza di PTC in alcune famiglie; si potrebbe trattare di una trasmissione autosomica a espressione variabile. Per il 25% dei casi la causa sembra di natura genetica ed in particolare: se un genitore è affetto da piede torto congenito vi è circa il 3-4% di probabilità di trasmissione al figlio. Se entrambi i genitori sono affetti da piede torto congenito probabilità di trasmissione al figlio aumenta fino a circa il 15%. Diverse varianti genetiche sono state associate allo sviluppo del piede torto: un recentissimo lavoro ha dimostrato la presenza di una mutazione “missense” del gene per il fattore di trascrizione PITX1- TBX4 in una famiglia i cui membri erano affetti da PTC da 3 generazioni<sup>10</sup>.

In un altro recente lavoro [Ester et al.] sono state identificate mutazioni di sette geni apoptotici di pazienti affetti da piede torto congenito, questi potrebbero giocare un ruolo primario nello sviluppo della malformazione.

Identificando questi geni e tramite studi di associazione, si è intuita un'etiologia poligenica e multifattoriale sui cromosomi 5 e 17<sup>8,9</sup>.

Recentemente, l'individuazione, in alcune famiglie ad elevata ricorrenza, di un polimorfismo a carico di un singolo nucleotide (SNPs) e di alcune variazioni cromosomiche a carico dei geni incaricati di promuovere l'omeostasi muscolare HOXA9, TPM 1 e TPM 2, suggerisce una predisposizione genetica in grado d'influenzare direttamente o indirettamente lo sviluppo embrionale e la funzione dei muscoli del piede torto attraverso una o più alterazioni della catena di attivazione dei geni Myf5, MyoD e MRF4, regolatori della miogenesi e dell'accrescimento radiale e longitudinale delle fibre muscolari striate del piede e della gamba in fase post-natale. Questa teoria sembra inoltre avvalorata dalla scoperta, in alcuni studi RMN eseguiti sulle masse muscolari di piedi torti gravemente malformati, di specifiche alterazioni ultrastrutturali (presenza di tessuto adiposo nella zona perimisiale ed intramuscolare e gradi variabili di aplasia /ipoplasia muscolare) di gravità variabile a seconda dell'età e della predisposizione individuale a sviluppare recidive in grado di determinare, tra i 2-

4 anni di età, una riduzione del volume medio della muscolatura della gamba (soprattutto a carico dei muscoli soleo e tibiale posteriore ed in maniera minore a carico dei muscoli gastrocnemi e dei flessori-estensori delle dita) variabile tra il 20-46% rispetto al valore medio registrato di un arto sano<sup>2,11</sup>.

Anche se al momento non esistono ancora prove evidenti di una noxa geneticamente determinata direttamente coinvolta nello sviluppo fetale del piede torto, la conferma di questi studi sperimentali permetterebbe, attraverso l'identificazione precoce dei soggetti maggiormente a rischio di recidiva, d'incidere più efficacemente sull'outcome e di "personalizzare" il tipo e la durata del trattamento specialistico e riabilitativo basandosi sulla reale gravità genetica di questa malattia<sup>12</sup>.

La diagnosi ecografica prenatale, che può essere effettuata già dalla 16a settimana di gestazione, permette di preparare i genitori alla presenza di tale anomalia e di eseguire eventuali ulteriori accertamenti diagnostici per escludere che il PTC faccia parte di una patologia genetica più complessa.

### 1.2.1 Anatomia del piede

Il termine caviglia si riferisce principalmente all'articolazione talocrurale: l'articolazione tra la tibia, la fibula e il talo.

Il termine piede si riferisce a tutte le ossa tarsali e alle articolazioni distali alla caviglia<sup>46</sup>.

All'interno del piede ci sono tre regioni, ciascuna composta da un insieme di ossa e una o più articolazioni (Figura 2).

Il retropiede è costituito dal talo, dal calcagno, e dall'articolazione sottotalare.

Il mesopiede è costituito dalle restanti ossa tarsali, tra cui l'articolazione trasversa del tarso e le articolazioni intertarsali distali più piccole.

L'avampiede consiste delle ossa metatarsali e delle falangi, comprese tutte le articolazioni distali e le articolazioni tarsometatarsali (Figura 3).

I termini dorsale e plantare descrivono rispettivamente gli aspetti superiore (alto) e inferiore del piede<sup>46</sup>.

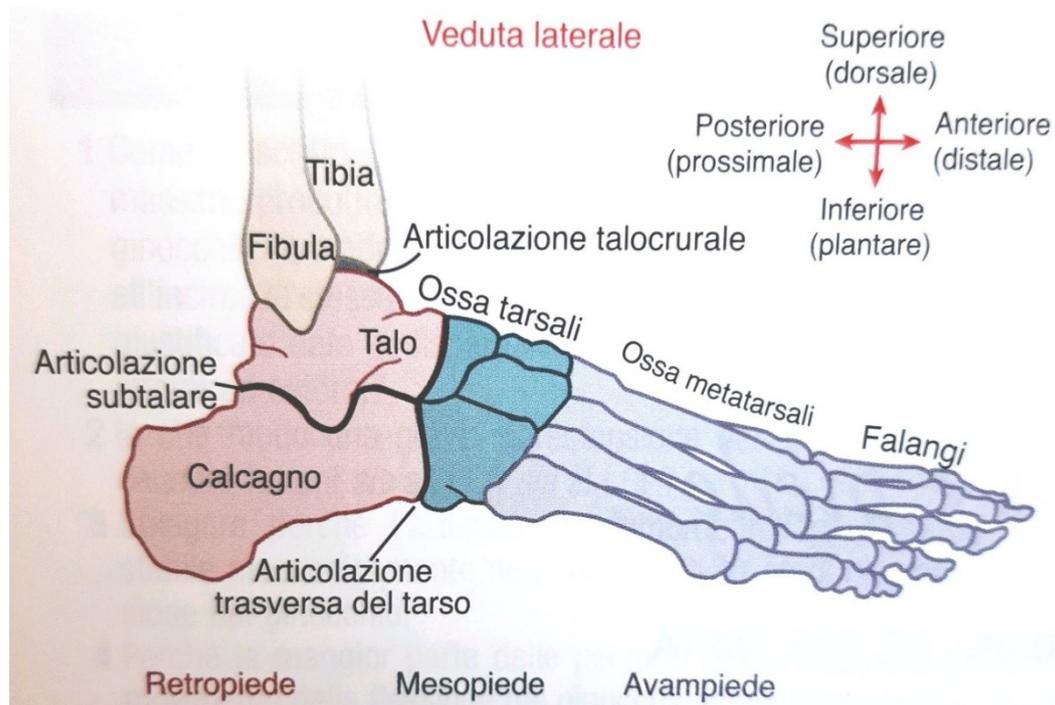


Figura 2

	Caviglia	Piede
<b>Ossa</b>	Tibia Fibula Talo	<i>Retropiede:</i> calcagno e talus* <i>Mesopiede:</i> osso navicolare, osso cuboide e ossa cuneiformi <i>Avampiede:</i> ossa metatarsali e falangi
<b>Articolazioni</b>	Articolazione talocrurale Articolazione tibiofibulare prossimale Articolazione tibiofibolare distale	<i>Retropiede:</i> subtalare <i>Mesopiede:</i> articolazione trasversa del tarso: talonavicolare e calcaneocuboide; articolazione intertarsale distale: cuneonavicolare, cuboideonaviculare e complesso intercuneiforme e cuneocuboide dell'avampiede <i>Avampiede:</i> tarsometatarsale, intermetatarsale, metatarso-falangea, articolazioni interfalangee

\* Il talo è incluso come un osso della caviglia e del piede.

Figura 3

### 1.2.2 Anatomia patologica

Alla base della deformità più o meno rigida che si presente alla nascita si riscontra:

- Ipotrofia muscolare con variabilità nella tensione muscolo-tendinea della loggia postero-mediale della gamba presente già nella vita intrauterina;
- Secondaria anomalia di posizione e di forma degli abbozzi cartilaginei del calcagno, dell'astragalo, dello scafoide e del cuboide;
- Conseguente sublussazione mediale e plantare dello scafoide cuboide e calcagno (supinazione e varismo); adduzione e flessione plantare dei metatarsi (adduzione e cavismo); flessione plantare dell'astragalo e calcagno e della articolazione tibio-tarsica (equinismo)<sup>1</sup>.

Nei mesi ed anni successivi alla nascita si aggiungono gradualmente, nei casi non trattati, retrazioni muscolo-legamentose della regione postero-mediale del piede e complesse modificazioni strutturali dei singoli componenti scheletrici.

La deformità colpisce soprattutto l'astragalo che è anormale, presentando un'angolazione mediale e plantare, con collo corto e deviato medialmente. È presente quindi un varismo eccessivo del collo dell'astragalo, ma vi è anche un ritardo di sviluppo di tutto l'osso e un'alterata disposizione delle superfici articolari.

Il calcagno è meno deformato rispetto all'astragalo. Ha contorni normali; la superficie articolare della grande apofisi può essere smussata e orientata prevalentemente in senso mediale invece che in avanti. Il "sustentaculum tali" può essere ipoplastico<sup>13</sup>.

Tali anomalie scheletriche sono presenti già alla nascita nel PTC embrionario.

Si ritiene, in generale, che siano soprattutto le strutture legamentose e capsulari, più che i tendini e i muscoli, a svolgere un ruolo importante.

### 1.3 Criteri di classificazione

Si riassume nella già descritta viziosa posizione del piede, che appare atteggiato in flessione plantare (equinismo), inclinato medialmente (varismo), concavo nel suo margine interno (adduzione e ruotato medialmente sul suo asse longitudinale (supinazione).

#### Scala Manes-Costa

La viziosa posizione del piede può presentarsi in forma più o meno accentuata:

- Piede torto di primo grado: la deformità è modesta e non si riscontra notevole resistenza nel tentativo di riportare il piede in atteggiamento ortomorfo;
- Piede torto di secondo grado: il piede, sul piano frontale, forma con la gamba un angolo interno di  $90^\circ$  e si apprezza una netta resistenza nel tentativo di correggerne l'atteggiamento vizioso;
- Piede torto di terzo grado: il piede, sul piano frontale, forma con la gamba un angolo acuto, inferiore ai  $70^\circ$ - $80^\circ$  e la faccia dorsale guarda addirittura plantarmente<sup>1</sup>. (Figura 4)

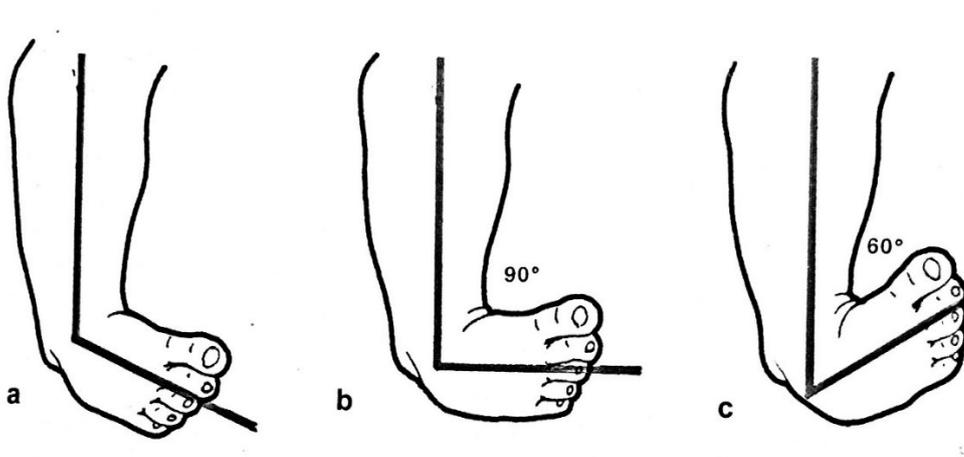


Figura 4

#### Pirani score

Un'altra classificazione è quella proposta da Shafique Pirani che prende in considerazione 6 indicatori suddivisi in 2 sottogruppi anatomici (retropiede e mesopiede); a ognuno di questi si attribuisce un valore che va da 0 (normalità), 0,5 (media gravità) e 1 (massima gravità). Un PTC molto grave avrà un valore di 6.

La suddivisione in zone del piede ci permette di individuare la zona anatomica che ha più tendenza a recidivare<sup>A</sup>.

Gli indicatori sono:

- Salienza della testa astragalica: palpare la testa dell'astragalo con il piede non corretto; tenendo il dito sull'astragalo e correggendo delicatamente il piede;
- Pieghe mediali: esaminare l'arco mediale del piede, valutando la profondità della piega mediale e la presenza di altre pieghe;
- Margine laterale curvo: esaminare la superficie plantare del piede, analizzando il margine laterale ponendo un oggetto diritto (es. penna) lungo il bordo laterale del calcagno;
- Calcagno vuoto: misurare la contrattura posteriore; tenere il piede in leggera correzione e palpare con un solo dito indice; verificare quanta carne c'è nel tallone tra il dito e il calcagno;
- Pieghe posteriori: correggere delicatamente la flessione plantare; valutare la profondità della piega e la presenza di altre pieghe.
- Rigidità in equino: misurare il grado di equinismo mediante la possibilità di effettuare una flessione dorsale del piede. (Figura 5)

## SCALA PIRANI PER PIEDE TORTO

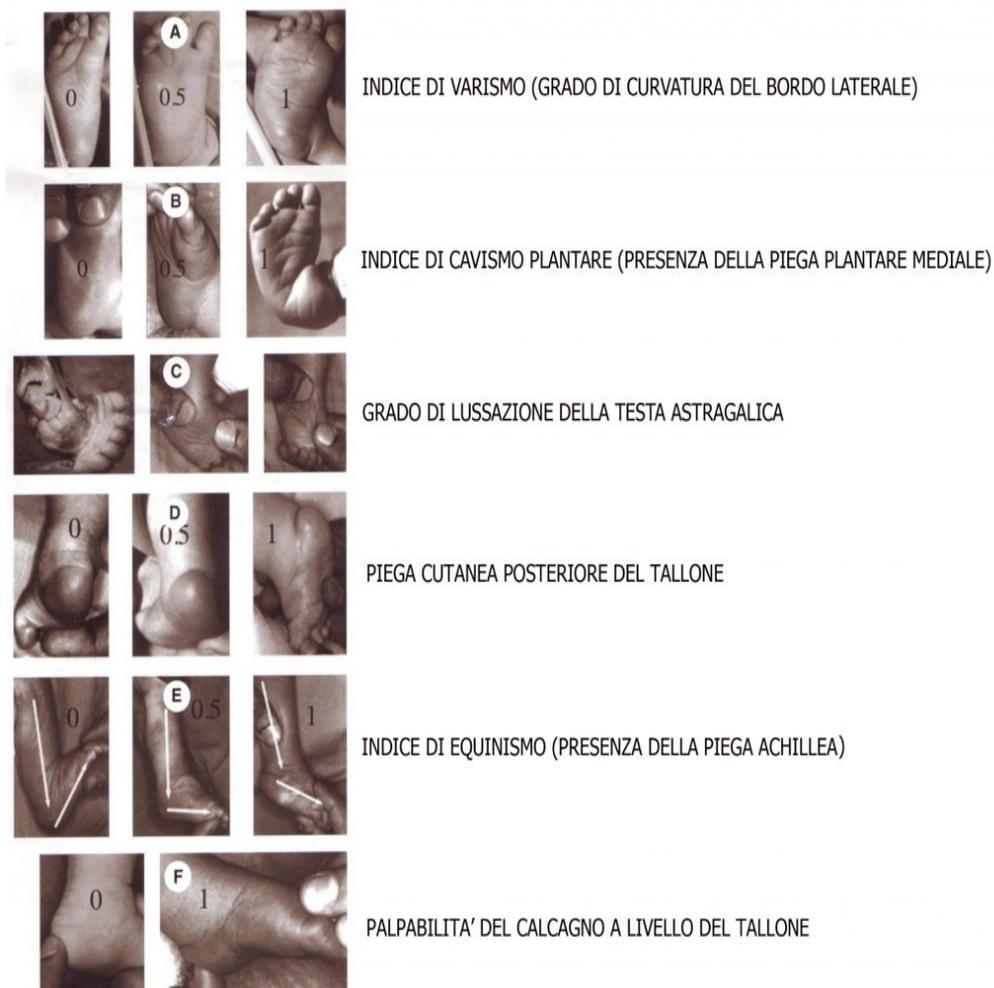


Figura 5

### Scala Dimèglio-Bensahel

Questa scala prende in considerazione 5 parametri ai quali viene assegnato un punteggio da 0 a 4 per ognuno<sup>B</sup>:

- Valutazione dell'equinismo sul piano sagittale
- Valutazione del varismo sul piano frontale
- Valutazione della derotazione del calcagno sul piano orizzontale
- Valutazione dell'avampiede rispetto il retropiede sul piano orizzontale
- Altri parametri: piega posteriore, piega mediale, cavismo, condizione del muscolo scarso

Calcolata la somma finale di tutti gli item il PTC verrà considerato:

- Primo grado: Leggero (punteggio < 5 punti)

- Secondo grado: Moderato (punteggio  $\leq 10$  punti)
- Terzo grado: Grave (punteggio  $\leq 15$  punti)
- Quarto grado: Molto grave (punteggio  $\leq 20$  punti). (Figura 6)

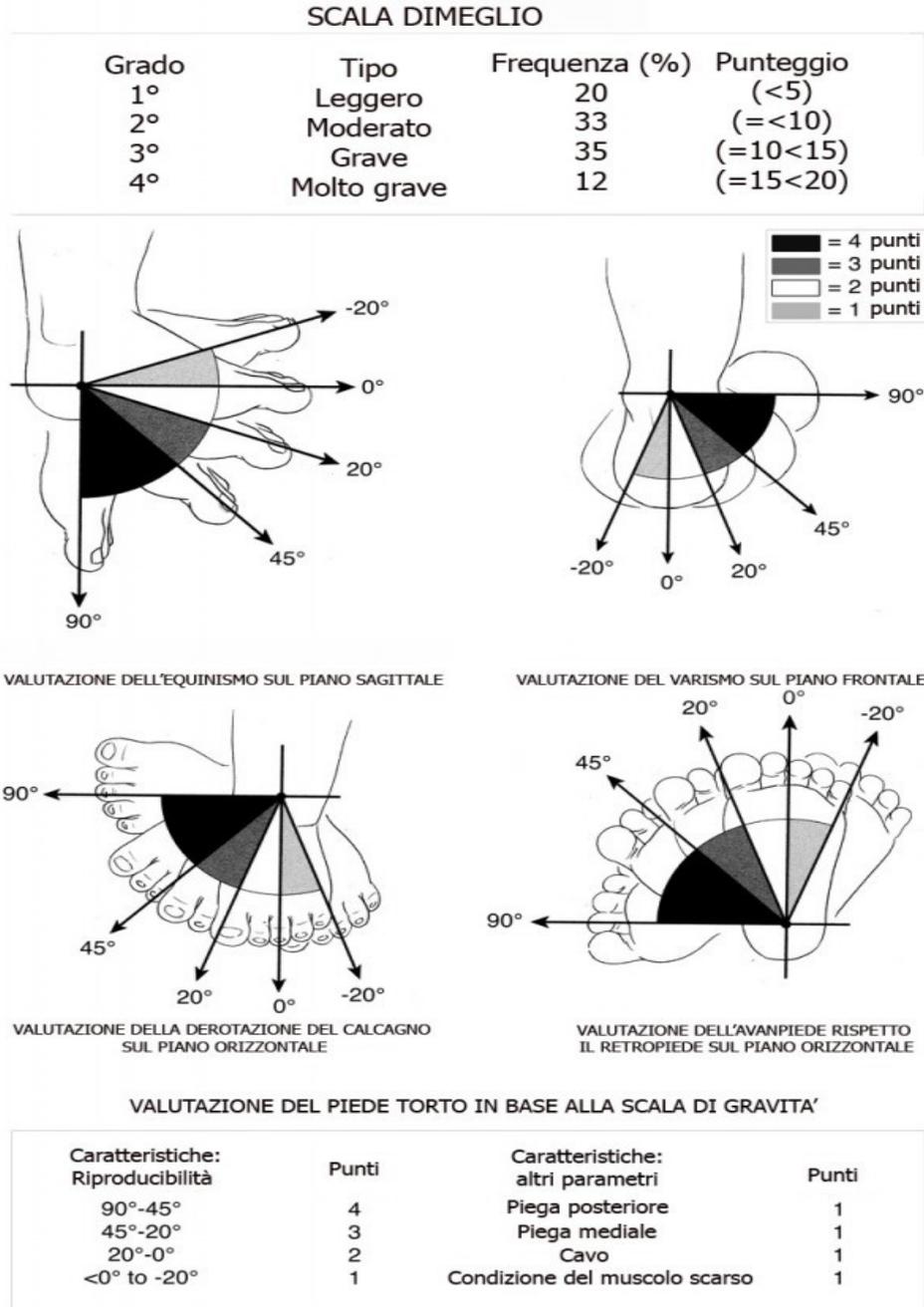


Figura 6

#### 1.4 Prognosi

È condizionata essenzialmente dai seguenti fattori: tempestività del trattamento, gravità del PTC, presenza di altre patologie associate (malattie neuromuscolari, sindromi associate, ecc.), esperienza del personale sanitario e collaborazione dei genitori<sup>1</sup>.

## 1.5 Trattamento

Esistono metodiche conservative, chirurgiche o miste.

Deve essere intrapreso subito dopo la nascita e il metodo Ponseti è oggi il tipo di trattamento più utilizzato.

La risposta alle manipolazioni può variare moltissimo anche in piedi che presentano lo stesso grado di deformità infatti un PTC che ha una causa neurologica avrà più difficoltà nel recupero rispetto ad un PTC causato da malposizione uterina.

L'obiettivo finale del trattamento è quello di avere un piede funzionale, libero da deformità e da dolore, con appoggio plantigrado e buona mobilità<sup>36</sup>.

È importante quindi cominciare il trattamento nella prima settimana dalla nascita in modo da sfruttare appieno le proprietà viscoelastiche del tessuto connettivo.

Un fattore importante, come accennato in precedenza, è il coinvolgimento attivo dei genitori per ottenere una correzione ottimale.

Già nel passato sono stati ideati tutori costruiti utilizzando diversi materiali e forme; tra questi il tutore illustrato nel trattato che Antonio Scarpa scrisse nel 1803 sulle modalità di correzione del piede torto (Figura 7). Il trattamento, allora, veniva però eseguito tardivamente.

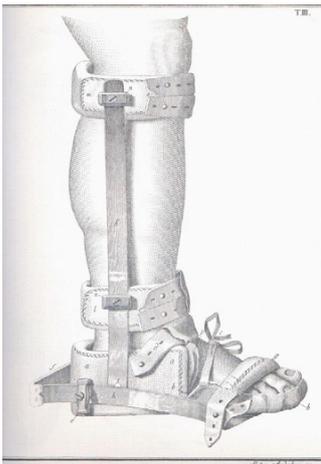


Figura 7

### 1.5.1 Metodo Ponseti

Il metodo Ponseti è un protocollo mini-invasivo presentato dal prof. Ignacio Ponseti nel 1963.

Grazie all'introduzione di questo protocollo di cura il numero di interventi chirurgici invasivi degli Stati Uniti si è ridotto del 90% ed i risultati ottenuti sono stati considerati così efficaci da essere stato utilizzato da 113 paesi su 193 delle Nazioni Unite<sup>37</sup>.

In questo protocollo si distinguono 3 fasi tra loro correlate per tempistica, modalità di esecuzione e importanza terapeutica:

- Fase correttiva
- Fase di mantenimento
- Fase di follow-up

#### Fase correttiva

Prevede una progressiva correzione delle deformità del piede attraverso una serie di gessi correttivi (mediamente 4/5 gessi) cambiati di settimana in settimana avendo a mente le alterazioni anatomico-patologiche.

Viene innanzitutto corretto il cavismo che è causato dalla pronazione dell'avampiede rispetto al mesopiede, mantenendo quest'ultimo in lieve supinazione e non bloccando mai il calcagno che deve essere messo nelle condizioni di evertere spontaneamente, e progressivamente durante ogni tappa correttiva, fino a raggiungere il suo completo e valgismo<sup>38</sup>. (Figura 8)



Figura 8

#### Tecnica manipolativa

Innanzitutto identificare la testa dell'astragalo e l' articolazione talocalcaneo-navicolare.

E' molto importante localizzare bene la testa dell'astragalo per prevenire una manipolazione scorretta e decretare il fallimento del trattamento<sup>43</sup>.

1. Stabilizzare l'astragalo posizionando il pollice sulla testa dello stesso. Questo fornisce un fulcro attorno al quale il piede verrà abdotto.
2. Effettuare una manovra di supinazione, seguita dall'abduzione con l'altra mano. La manovra non dovrebbe causare nessun disagio al bambino. All'inizio è necessaria molta supinazione, ma questa diminuirà automaticamente una volta ottenuta un'abduzione maggiore.
3. Mantenere la correzione con una pressione delicata, poi rilasciare e ripetere. (Figura 9)

Seguire le seguenti linee guida per bambini senza nessun altro difetto associato:

- "Bambini più piccoli" (che non camminano all'inizio del trattamento): mantenere la correzione per 30-40 secondi, poi rilasciare e ripetere 1-2 volte. Ci vorranno circa 2 minuti per piede torto.
- "Bambini più grandi" (che già camminano all'inizio del trattamento): mantenere la correzione per 1-2 minuti, poi rilasciare e ripetere 3-4 volte. Ci vorranno 5-10 minuti per piede torto.



Figura 9

Non pronare mai.

Non toccare mai il tallone.

Non usare mai la forza.

La manipolazione può essere effettuata sul grembo della madre e non deve causare dolore al bambino<sup>44</sup>.

Dovrebbe essere effettuata in modo delicato, in modo che i legamenti possano allungarsi secondo la loro naturale capacità elastica<sup>45</sup>.

Solo dopo aver raggiunto una completa correzione anatomica del piede è possibile eseguire la correzione dell'equinismo con la tenotomia percutanea del tendine di Achille, consigliabile se la dorsiflessione passiva del piede non raggiunge almeno i 10-15°. (Figura 10)



Figura 10

Fase di mantenimento

Questa fase è la più critica della metodica in quanto, anche in un piede torto perfettamente corretto dal punto di vista anatomico, il mantenimento del corretto sviluppo anatomico e la possibilità di poter sviluppare una recidiva sono direttamente correlati al grado di compliance che la famiglia e il bambino sono in grado di rispettare.

Il tutore più efficace e più usato nella metodica Ponseti è il tutore FAB (Figura 11) o tutore in abduzione<sup>39</sup>.



Figura 11

Costituito da una barra longitudinale in alluminio (la cui lunghezza deve essere pari alla lunghezza delle spalle del bambino) e da due scarpine fissate all'estremità di essa: permette al paziente, se correttamente indossato, di mantenere il piede in trattamento in una posizione stabilita di 60-70° di abduzione e 10-15° di dorsiflessione in grado di mantenere elastiche le componenti capsulo-tendinee del piede torto durante le fasi di rapido accrescimento del piede del bambino e di:

- rimodellare lo sviluppo dei nuclei di accrescimento delle ossa tarsali
- distendere il comparto capsulo-legamentoso e muscolare del piede in trattamento
- mantenere elastica la tensione del muscolo tricipite surale.

Il tutore usato nella metodica Ponseti non ha una funzione correttiva ma svolge un'azione riabilitativa, motivo per cui non è consigliabile tutorizzare un piede non ancora perfettamente corretto o che sta sviluppando una recidiva perché il tutore in abduzione in queste condizioni è inefficace e poco sopportabile<sup>40</sup>.

Nei primi 2-3 mesi il tutore andrà mantenuto per 23 ore al giorno per far adattare il bambino al trattamento, per poi essere ridotto progressivamente di 2 ore al mese fino ad arrivare, dopo l'inizio del cammino autonomo, a indossarlo soltanto di notte. La fase notturna di tutorizzazione è piuttosto lunga in quanto il tutore andrà tenuto almeno fino ai 4-5 anni di età nei bambini che non hanno mai manifestato tendenza a recidive, e fino ai 5-6 anni nei soggetti a maggior rischio di recidiva.

La compliance al tutore durante la fase part-time viene considerata ottimale se il tutore viene mantenuto per almeno 10-12 ore al giorno e insufficiente se mantenuto meno di 8 ore al giorno; l'età di maggiore criticità al tutore da parte del bambino e delle famiglie durante la metodica Ponseti è compresa tra i 2-3 anni di età. Ad ogni visita ortopedica sarà quindi importante monitorare, oltre al grado di correzione clinica e funzionale del piede ottenuto, lo stato di manutenzione del tutore, ed interrogare i genitori sulle eventuali difficoltà incontrate nel mantenere il programma stabilito e concordato, dal momento che non è infrequente (32-61% dei casi) lamentare periodi più o meno prolungati d'intolleranza all'uso del tutore per cui più del 60% delle recidive nei piedi torti trattati con la metodica Ponseti è causato da una compliance non adeguata durante la fase di autorizzazione<sup>38</sup>.

Il tutore può essere dismesso dopo i 4-5 anni di età del bambino, anche se è importante una stretta sorveglianza nei primi 3-6 mesi dopo la dismissal visto che durante questa fase della metodica Ponseti è ancora possibile sviluppare una recidiva.

Durante la fase di mantenimento, la prescrizione di cure riabilitative mirate (in particolare lo stretching dei muscoli dorsiflessori e inversori e il rinforzo dei muscoli evertori del piede), anche se non previste nel protocollo originale, può rivelarsi un valido aiuto per mantenere elastico il piede durante le fasi di rapido accrescimento e per motivare e favorire una migliore compliance al tutore.



Una delle maggiori preoccupazioni dei genitori riguarda l'inizio della deambulazione e se l'uso del tutore in abduzione può rallentare ed influire sulle normali tappe di sviluppo neuromotorio del bambino. Un recente studio ha valutato le tappe motorie dei pazienti con piede torto dimostrando mediamente un lieve ritardo di circa 2 mesi nei bambini affetti da piede torto rispetto ai bambini senza alcuna deformità al piede e che tale ritardo non era correlabile al trattamento adottato<sup>41</sup>.

#### Fase di follow-up

Dopo aver deciso la dismissal dal tutore, la fase di follow-up prevede regolari controlli ambulatoriali (ogni 4/6 mesi) almeno fino ai 7-8 anni di età per valutare il mantenimento della correzione anatomica e funzionale durante il fisiologico accrescimento muscolo scheletrico del bambino intensificando i controlli in quei soggetti in cui sono stati identificati dei segni clinici prognostici a maggior rischio di recidiva (ipostenia a carico dei muscoli peronei, retrazione del muscolo tibiale anteriore o, nei casi monolaterali, una marcata ipometria a carico del segmento tibiale dal lato affetto, un Pirani score elevato)<sup>37</sup>.

Durante la fase di follow-up potranno essere richiesti, a giudizio del curante, oltre alle visite ambulatoriali di routine alcuni esami diagnostici specialistici (Rx piedi in ortostatismo, Gait analysis, Elettromiografia, RMN, ecc.) utili per un più attento e puntuale monitoraggio dello sviluppo muscolo-scheletrico del bambino<sup>40</sup>.

#### 1.5.2 Metodo funzionale francese

La metodica francese per il trattamento del PTC è nata negli anni '70 grazie a Masse, Bensahel e Seringe. Conosciuta anche con il nome di "metodica funzionale", essa consiste in manipolazioni giornaliere del piede del neonato comprendenti lo "stretching" dei muscoli contratti e la stimolazione dei muscoli ipoplasici, con successive immobilizzazioni temporanee del piede preposte a mantenerne la correzione.

Il metodo di Seringe prevede l'applicazione di placchette in materiale non elastico che vengono adattate a tutori femoropodali in materiale termoformabile (Figura 12) e che permettono di mantenere la correzione dei piedi al di fuori della seduta di fisioterapia<sup>32</sup>.



Figura 12

Questa metodica si compone di un periodo detto “di riduzione”, che dura fino alla sesta settimana di vita e che prevede manipolazioni quotidiane e mezzi di contenzione permanenti, il cui obiettivo è la correzione dell’adduzione della mediotarsica e del cavismo; il secondo periodo è detto “di preverticalizzazione” (prima del cammino), e durante questa fase vengono aggiunti movimenti in flessione dorsale e plantare della tibio-tarsica e movimenti di stimolazione e rinforzo dei peronei. Il bambino potrà indossare i tutori femoro-podalici solo durante la notte e portare durante il giorno le placchette con tutori a gambaleto. Nel successivo periodo “di verticalizzazione e del cammino” l’utilizzo dei mezzi di contenzione durante il giorno sarà tanto minore quanto maggiore è il tempo di carico. È importante che il bambino venga stimolato al cammino a piedi nudi e incoraggiato a eseguire esercizi attivi durante il cammino; le sedute di fisioterapia si riducono a una volta al mese e hanno lo scopo di sorvegliare l’eventuale comparsa di recidive<sup>33</sup>.

Nel periodo “finale”, che dura fino al termine della crescita, la fisioterapia viene effettuata ogni 2 mesi e i tutori vengono mantenuti durante la notte.

Tra i metodi conservativi per il trattamento del PTC esistono poi tecniche che contemplano l’utilizzo della “continuous passive motion” (CPM), abbinando il movimento passivo alle manipolazioni. (Figura 13)



Figura 13

La metodica di Masse e Bensahel, per esempio, prevede l'impiego della CPM e un successivo confezionamento di bendaggi con fissaggio tramite cerotti elastici<sup>34</sup>.

Il metodo di Montpellier è un'evoluzione del metodo funzionale, che prevede l'utilizzo combinato della CPM e delle manipolazioni e che ha ormai introdotto l'allungamento dell'achilleo come standard. Questo metodo è una strategia applicabile su ampia scala, che permette di accentrare tutti i casi in centri di riferimento e di ricoverare i bambini per 3 giorni alla settimana sino ai 3 mesi, aiutando le famiglie nella gestione pratica ed economica del bambino<sup>35</sup>.

### 1.5.3 Metodo Kite

È una tecnica manipolativa creata dal professor J.H. Kite che prevede nella prima fase una correzione dell'adduzione e del cavismo tenendo il piede in pronazione.

Successivamente facendo fulcro a livello dell'articolazione calcaneo-cuboidea e con il retropiede bloccato viene corretta l'inversione del calcagno.

Solo dopo aver corretto adduzione, cavismo e varismo del retropiede si procede alla correzione dell'equinismo.

Questa metodica prevede una durata complessiva di 20 settimane e dopo ogni correzione stabilizzata va mantenuta con l'applicazione di un gessetto ogni 7-10 giorni.

Il tutore previsto per questa metodica è il Phelps e deve essere indossato fino ai 3 anni di età solo durante la notte<sup>31</sup>.

#### 1.5.4 Trattamento chirurgico

Quando il trattamento incruento (manipolazioni e gessi) non ottiene una correzione accettabile della deformità del PTC, verso il terzo-quarto mese di vita (quando il neonato raggiunge peso corporeo e concentrazione emoglobinica adeguata) si ricorre alla chirurgia.

A tale proposito va detto che negli anni è stata proposta una vasta gamma di interventi chirurgici. L'approccio chirurgico precoce si è identificato nell'intervento di "liberazione posteriore", considerato il più adatto e il meno invasivo nel neonato di 3-4 mesi. Infatti riesce a ottenere una buona correzione dell'equinismo non creando eccessive retrazioni cicatriziali e permettendo, in caso di recidiva, interventi più estensivi. Da non sottovalutare anche la relativa brevità della durata di tale intervento<sup>29</sup>.

L'intervento di "liberazione posteriore" viene così eseguito (Figure 14-15):

- incisione parachillea mediana: isolato ampiamente il tendine achilleo, lo si allunga sdoppiandolo a Z: la tenotomia distale avviene a livello della metà interna per mantenere l'azione valgizzante sul calcagno
- si incide la fascia superficiale posteriore, si individua il flessore lungo dell'alluce e lo si carica medialmente a protezione del fascio vascolo-nervoso. Si ottiene così una buona esposizione del piano capsulare e dei legamenti posteriori. Si seziona la capsula della tibio-tarsica e della sottoastragalica e spesso se ne asportano alcune parti
- si sezionano i legamenti peroneo- astragalico e peroneo-calcaneale.

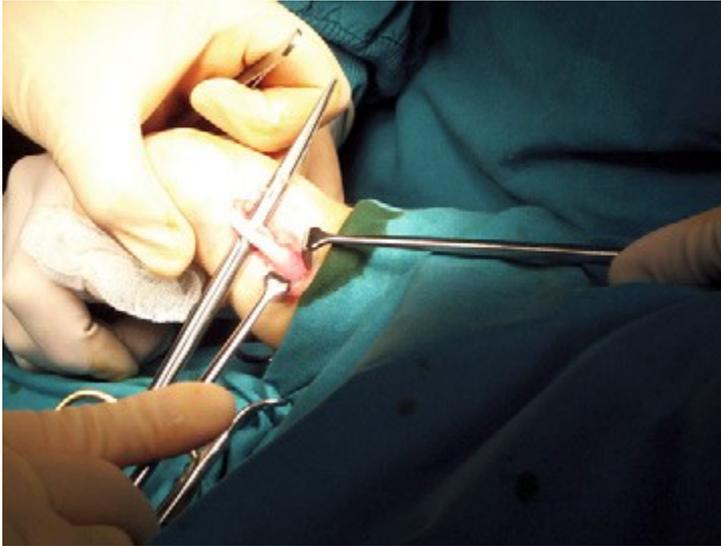


Figure 14-15



Si ottiene così una buona “discesa” del calcagno con eliminazione dell’equinismo.

Al termine dell’intervento, si confeziona uno stivalone gessato in ipercorrezione (talismo-valgismo e pronazione) che verrà mantenuto per due settimane e poi rinnovato per altre due.

Al termine di questo periodo di immobilizzazione post-operatoria dovrà iniziare un lungo periodo di “mantenimento” della correzione mediante docce (“tamplin”) e manipolazioni passive.

I “tamplin” (Figure 16-17) sono tutori ortopedici in alluminio costruiti su misura (e rinnovati ogni qual volta la crescita staturale-ponderale del paziente lo richiede) forgiati a emistivalone con ginocchio flesso a 90°.



Figure 16-17

Essi sono applicati dal parente, mediante bende elastiche, sia di giorno sia di notte; durante il giorno, e più volte al giorno, si procederà alla loro rimozione per effettuare le manipolazioni passive come da istruzioni fornite ai genitori e ai familiari<sup>30</sup>.

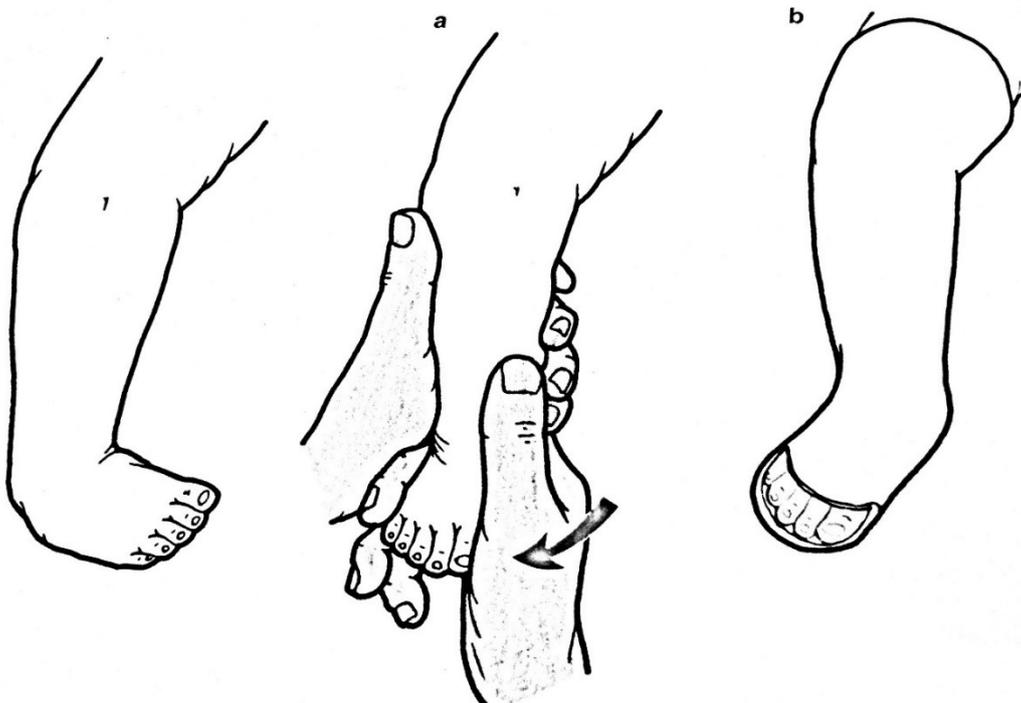
I tutori andranno mantenuti fino al momento della deambulazione del piccolo paziente; giunti a questa fase i tutori verranno indossati, all'occorrenza, solo di notte. Durante il giorno il paziente calzerà scarpe idonee (polacchini con forti rigidi, punta diritta, fondo piano, tacco rotondo).

Dopo l'intervento chirurgico, l'opera dello specialista ortopedico non è affatto terminata; inizia, infatti, la "sorveglianza" del risultato ottenuto. Ciò è molto importante: la continuità nel tempo è, come già detto, uno dei cardini della cura del PTC perché la deformità tende a recidivare: ogni volta che il piede cresce esiste una nuova spinta a crescere "torto". Quindi si dovrà impostare un calendario di visite che saranno più frequenti nei primi 2-3 anni di vita (quando la tendenza alla recidiva è maggiore) e

poi potranno essere effettuate ogni 6-12 mesi fino al termine dell'accrescimento del piede<sup>29,30</sup>.

Emerge evidente come la frequenza dei controlli durante la crescita, la collaborazione con i familiari e l'attenta e scrupolosa osservanza delle prescrizioni siano alla base di un buon risultato che si mantiene nel tempo fino alla completa maturazione scheletrica del piede.

Quando alla correzione si oppongono ostacoli essenzialmente scheletrici, si rendono necessarie resezioni cuneiformi delle ossa del tarso.



### 1.6 Recidive

Dopo la correzione completa dei piedi torti e durante la fase di tutorizzazione, è possibile che i piedi subiscano una recidiva. In generale, più è giovane il bambino maggiore è il rischio di recidive.

Le manipolazioni di Ponseti, unite alla tenotomia percutanea, portano regolarmente a risultati eccellenti. Tuttavia quando il protocollo di utilizzazione del tutore non viene seguito scrupolosamente si verificano delle recidive in più dell'80% dei casi. Questo dato contrasta con il tasso di recidive del 6% in caso di piena aderenza da parte dei genitori al protocollo di utilizzazione del tutore<sup>43</sup>.

La possibilità' di recidiva diventa rara dopo i 6 anni di età in un bambino trattato precocemente che non presenta altre patologie associate.

L'identificazione precoce di una recidiva e la sua correzione è molto importante per continuare ad ottenere un buon risultato.

Causa delle recidive

La stessa patologia che ha dato inizio al piede torto congenito è responsabile anche delle recidive.

Come menzionato in precedenza, i fattori eziologici per lo sviluppo della deformità risultano essere attivi per molti anni.



Le cause delle recidive più frequenti sono:

- Tutore indossato in modo scorretto: più dell'80% delle cause di recidive sono da imputare ad una scarsa compliance al tutore.

Una scorretta compliance al FAB comporta un rischio di recidiva età-dipendente:

- Nel I° anno di età: 90%
- Nel II° anno di età: 70-80%
- Nel III° anno di età: 30-40%
- Nel IV° anno di età: 10-15%
- Dal IV° al XI° anno di età: 6%

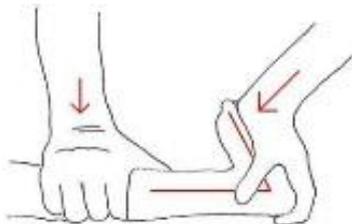
- Correzione insufficiente durante trattamento: non è stata raggiunta una sufficiente abduzione, con conseguente incongruenza astragaloscafoidea oppure non è stata raggiunta una sufficiente dorsiflessione.
- Possibili alcuni casi di fibrosi molto grave nei muscoli, fasce, legamenti e tendini nel lato posteriore e mediale del piede.
- Difetti associati: artrogriposi, mielomeningocele o altri difetti neurologici possono avere un forte impatto, essendo una forza extra che sostiene una recidiva<sup>44</sup>.

#### Prevenzione delle recidive

- Iper-abduzione di 60-70° nei “bambini più piccoli”, durante la fase di tutorizzazione.
- Tutore calzato secondo protocollo.



- Stretching del muscolo gastrocnemio. Il consiglio è di eseguire lo stretching per 2 minuti prima che i genitori mettano il tutore al bambino.



- Accovacciarsi con i talloni poggiati al suolo allunga il muscolo tibiale posteriore. Il consiglio è di eseguire lo squat per 2 minuti al giorno (eseguito dai genitori).



- Fisioterapia: diversi metodi e tecniche fisioterapiche su base neurofisiologica possono essere usate per facilitare movimenti attivi del piede e aiutare ad integrarlo in schemi di movimento fisiologico di tutto il corpo<sup>45</sup>.

### Tipologie di recidiva

#### Recidiva del piede equino (Figura 18)

Il piede equino ricorrente è una deformità che può complicare la gestione del piede torto; la tibia sembra crescere più velocemente rispetto alla struttura muscolo-tendinea del gastrocnemio. Il muscolo è atrofico e il tendine appare lungo e fibroso.

Può essere necessario applicare diversi apparecchi gessati femoro-podalici con il piede abdotto e il ginocchio flesso. Continuare l'applicazione degli apparecchi gessati con cadenza settimanale fino a che il piede non venga portato a circa 10° di dorsiflessione. Se ciò non avviene dopo l'applicazione di quattro o cinque apparecchi gessati nei bambini al di sotto dei quattro anni di età è necessario ripetere la tenotomia percutanea. Una volta corretto l'equinismo deve essere ripreso il programma di trattamento notturno del tutore<sup>C</sup>.



Figura 18

#### Recidiva del varismo (Figura 19)

Le recidive del calcagno varo sono più comuni rispetto a quelle del piede equino. Si possono evidenziare ponendo il bambino in posizione eretta; tali recidive dovranno essere trattate con una nuova applicazione di apparecchio gessato nei bambini tra i dodici e i ventiquattro mesi seguita dalla reintroduzione di uno stringente protocollo di utilizzazione del tutore.



Figura 19

### Supinazione dinamica (Figura 20)

Alcuni bambini, solitamente tra i 3 e i 4 anni di età, che presentano solo una deformità dinamica in supinazione possono beneficiare della trasposizione del tendine tibiale anteriore. La trasposizione è efficace solamente quando la deformità è dinamica e non è associata a malformazioni strutturali. È consigliabile rimandare la trasposizione fin dopo i trenta mesi di età quando il terzo cuneiforme va incontro ad ossificazione. Normalmente non è necessario il tutore dopo la trasposizione<sup>D</sup>.



Figura 20

### 1.7 PTC correlato ad altre patologie

Malattie neuromuscolari, anomalie cromosomiche, sindromi e altre anomalie congenite possono essere associate al piede torto congenito.

Alcuni esempi sono l' artrogriposi multipla congenita (AMC), il mielomeningocele (MMC), la sindrome di Larsen, la displasia diastrofica, la sindrome di Moebius, la

sindrome da banda amniotica, i metatarsi addotti, le deformità agli arti come sindattilia, mancanza di un raggio o polidattilia<sup>43</sup>.

La correzione del piede torto congenito associato ad altri difetti può essere più difficile, ma non considerare sin dall'inizio come un caso correggibile soltanto con un trattamento chirurgico.

Per correggere alcuni difetti possono essere necessari più gessi. In alcuni casi estremamente difficili senza dorsiflessione (nessuna posizione neutrale), in seguito alla tenotomia del tendine di Achille è possibile applicare una seconda ingessatura dopo 4-5 giorni per raggiungere almeno una posizione neutrale in dorsiflessione di 5°.

I difetti associati più comuni sono:

- Artrogriposi multipla congenita (AMC) (Figura 21): c'è una grande varietà di AMC. Molte articolazioni possono avere un range di mobilità estremamente limitato, ma ci sono anche casi che sono "solo" periferici. C'è da aspettarsi l'uso di più gessi per la correzione di AMC. Bisogna ritenersi soddisfatti con un'abduzione di 40°- 50° nei bambini più piccoli e una dorsiflessione di 0°-10° alla caviglia anche dopo la tenotomia, ma mai meno di una posizione neutrale. Fare attenzione a seguire rigidamente il protocollo del tutore e fare stretching. In questi casi, prescrivere della fisioterapia intensiva (per piede torto e deficit in altre zone). L'abduzione del tutore dovrebbe essere a seconda della correzione raggiunta<sup>44</sup>.



Figura 21

- Mielomeningocele (MMC) (Figura 22): C'è anche una grande varietà di MMC. Il piede può avere una sensibilità estremamente scarsa o nulla, elemento che deve essere controllato specificamente in ogni caso. Se il bambino ha una soglia di dolore limitata e non è in grado di dire precisamente se l'ingessatura pressa troppo, questo può provocare dei danni. Una scarsa circolazione di sangue può causare anche danni alla pelle che si trova nell'ingessatura. Per queste ragioni, i gessi devono essere applicati e modellati bene e possono essere usate più imbottiture sulle aree a rischio di piaghe da decubito. Mirare ad un'abduzione di solo 40°-50° nei bambini più piccoli e ritenersi soddisfatti con una dorsiflessione di 5°-15°. Se è stata raggiunta una dorsiflessione di 5°, non è necessaria la tenotomia. Specialmente nei bambini con un'attività muscolare del piede molto scarsa o nulla, non raggiungere troppa abduzione e dorsiflessione. Inoltre, a seconda della gravità dell'MMC, questi bambini hanno spesso bisogno di plantari<sup>43</sup>.



Figura 22

## 1.8 Altre tipologie di PTC

### PIEDE TALO-VALGO (Figura 23)

Si tratta di una alterazione posturale del piede facilmente correggibile in quanto privo di rigidità. Il piede si presenta atteggiato in maniera opposta rispetto alla varietà precedentemente descritta, cioè in massima flessione dorsale (addirittura in alcuni casi la superficie dorsale del piede è a contatto con la regione anteriore della tibia). La flessione plantare è possibile solo passivamente<sup>1</sup>.

Può essere mono o bilaterale. Non è rara l'associazione di piede talo-valgo e displasia congenita dell'anca oppure di piede talo-valgo da un lato e piede equino-cavo-varo-addotto-supinato dall'altro.

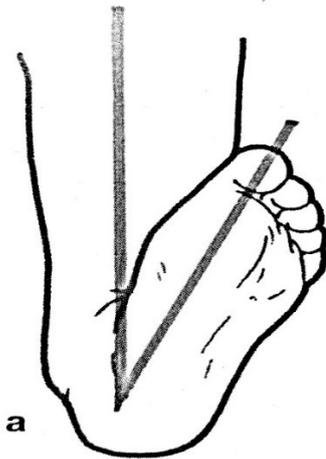


Figura 23

#### Trattamento

Il piede talo-valgo tende alla correzione spontanea; in alcuni casi si può ricorrere all'uso di docce gessate che mantengano il piede in flessione plantare per 20-30 giorni.

#### METATARSO ADDOTTO O VARO (Figura 24)

La deformità, non molto frequente, è limitata all'avampiede che si presenta addotto, per deviazione verso l'interno dei raggi metatarsali e delle dita ma è assente la deformità in equinismo<sup>1</sup>.

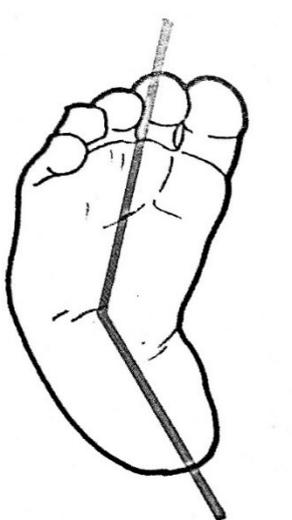


Figura 24

## Trattamento

Nell'85% dei casi si corregge spontaneamente. Nelle deformità rigide invece il trattamento è necessario e, come per il piede torto, deve essere precoce. Consiste in modellamenti manuali ed apparecchi gessati di contenzione per 3-4 mesi.

## PIEDE REFLESSO-VALGO (Figura 25)

Altrimenti detto "piede a dondolo"; è una rara ma grave deformità congenita caratterizzata da inversione della volta longitudinale<sup>1</sup>.

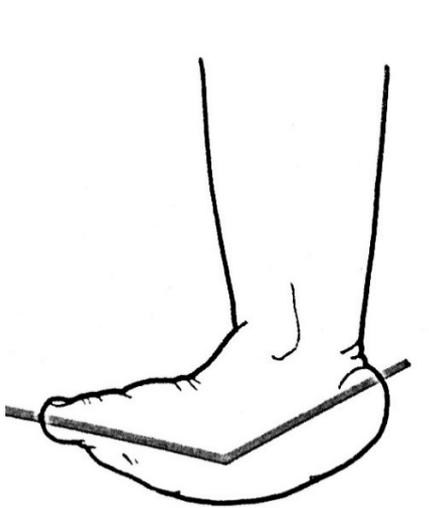


Figura 25

## Trattamento

È analogo a quello del piede equino-cavo-varo-addotto-supinato (modellamenti manuali, apparecchi gessati, tenotomie, capsulotomie, artrodesi nelle forme inveterate), ma i risultati sono mediocri e spesso permane un evidente grado di malformazione del piede.

## **2.0 Obiettivo**

L'obiettivo della mia tesi è quello di eleggere il miglior metodo per il trattamento del piede torto congenito secondo le ultime evidenze scientifiche, su cosa sia la problematica del piede torto congenito, quali siano i criteri per classificarlo, le patologie ad esso correlato, come contrastare e risolvere la questione delle recidive, quali siano i principali metodi utilizzati in passato e quelli che vengono tuttora utilizzati per il trattamento del piede torto congenito mettendoli a confronto e mostrando quali siano i principali punti di forza e di debolezza di ogni metodica.

### **3.0 Materiali e metodi**

Per la realizzazione di questa tesi sono state consultate le banche dati di Pubmed, Pedro, Google Scholar. Sono state prese in considerazione revisioni sistematiche, studi RCT e case studies che trattavano di piede torto congenito e metodiche Ponseti, Kite, metodo funzionale francese, metodo chirurgico mettendole sia a confronto sia parlandone separatamente per mostrare i punti di forza e di debolezza di ogni metodica.

Ho cercato inoltre articoli che parlavano dei criteri di classificazione del PTC e delle patologie ad esso correlato ed articoli riguardanti le cause e le conseguenze delle recidive.

I criteri di inclusione negli studi che ho scelto sono: età dei pazienti inferiore ai 3 mesi e diagnosi di piede torto congenito (equino-varo-supinato).

Sono stati presi in considerazione 6 studi che avevano come obiettivi:

- ridurre il rischio di recidiva e la necessità di intervento chirurgico.
- ottenere un piede con appoggio plantigrado, flessibile, privo di dolore e che consenta al bambino di indossare calzature normali.
- ridurre il punteggio nelle scale che stadiano la severità del PTC (scala Dimeglio e scala Pirani).

In uno studio in particolare è stata utilizzata la Functional Rating Scale di Laaveg-Ponseti sia per valutare il grado di soddisfazione dei genitori sia per valutare i risultati clinici e funzionali ottenuti mentre nell'indagine italiana sul metodo Ponseti è stato approntato un questionario con domande volte ad analizzare il trattamento di Ponseti in ogni suo aspetto.

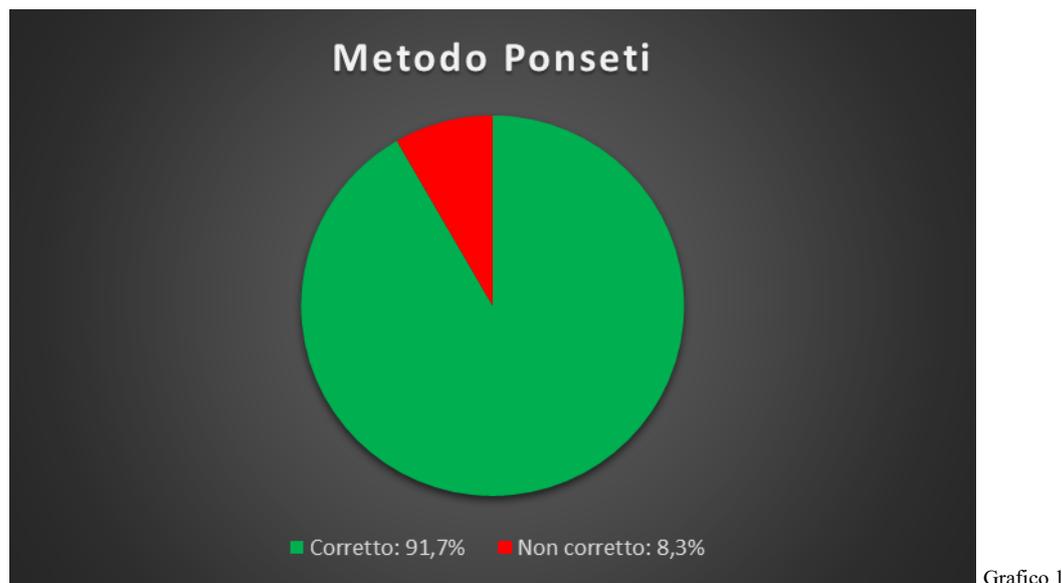
## 4.0 Risultati

Il primo studio<sup>14</sup> preso in esame è stato “Ponseti’s vs. Kite’s method in the treatment of clubfoot - a prospective randomised study” uno studio prospettico randomizzato controllato condotto da Sud, Tiwari, Sharma e Kapoor nel quale sono stati messi a confronto il metodo Ponseti con il metodo Kite<sup>14</sup>.

Sono stati oggetto di studio 45 neonati di età inferiore a 3 mesi: di cui alcuni con PTC bilaterale mentre altri monolaterale, per un totale di 67 piedi trattati.

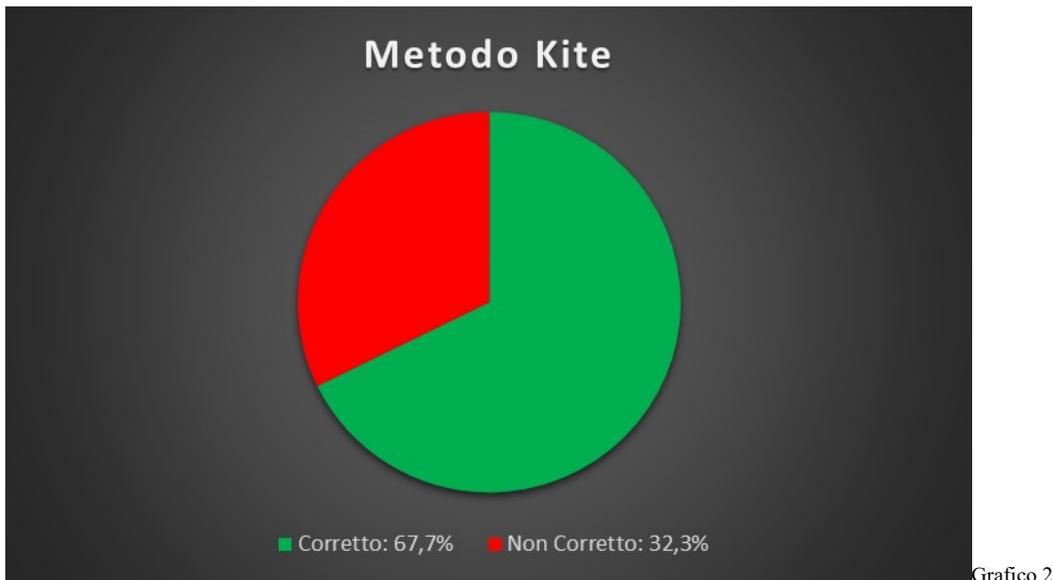
36 piedi sono stati trattati con il metodo Ponseti, mentre i restanti 31 con la metodica Kite.

Dopo un follow-up medio di 27 mesi nel gruppo Ponseti, la correzione è stata ottenuta in 33 piedi (91,7%), con solo tre pazienti che hanno avuto bisogno di una successiva gestione chirurgica (Grafico 1).



Ci sono state sette recidive (21,1%), tutte corrette in modo conservativo; tuttavia, due di queste hanno richiesto un intervento chirurgico in seguito all’insorgenza di una nuova recidiva nel secondo anno<sup>14</sup>.

Nel gruppo Kite, hanno raggiunto la correzione di 21 piedi (67,7%) dopo un follow-up medio di 25 mesi, con dieci pazienti che hanno avuto bisogno di intervento chirurgico (Grafico 2).



Ci sono state otto recidive di cui solo quattro potevano essere corrette in modo conservativo, mentre le altre 4 solo chirurgicamente.

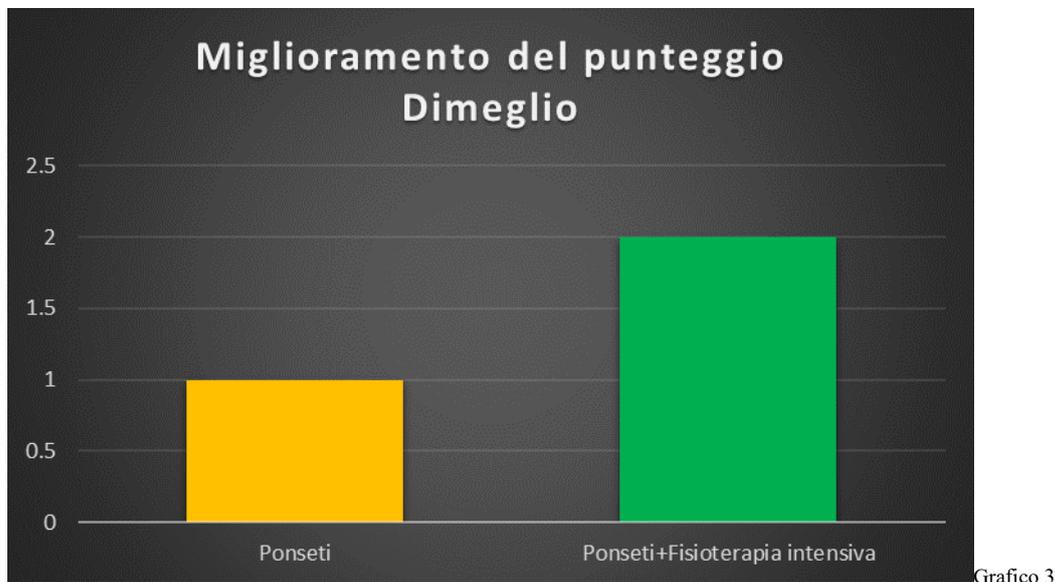
Si può affermare che utilizzando il metodo di Ponseti si raggiunge la correzione in piedi molto gravi (secondo la classificazione Dimeglio) in una percentuale significativamente più alta e con meno recidive rispetto al metodo Kite. Il metodo di Ponseti è superiore a quello di Kite per ottenere la correzione nei piedi torti idiopatici in un periodo di tempo relativamente più breve se usato per trattare i giovani neonati (inferiore ai 3 mesi di vita).

**Il secondo studio è “Short-term results of intensive physiotherapy in clubfoot deformity treated with the Ponseti method” un RCT condotto da Nilgun<sup>47</sup> che ha investigato l’efficacia di una fisioterapia intensiva (incluse tecniche di mobilizzazione dei muscoli posteriori e mediali del piede) in aggiunta al metodo Ponseti in 29 pazienti (età 12-15 mesi) con PTC idiopatico.**

Il gruppo di studio riceveva il trattamento una volta al giorno, 5 giorni a settimana per 1 mese<sup>16</sup> mentre il gruppo di controllo soltanto il metodo Ponseti.

Avvalendosi del sistema di classificazione Dimeglio il gruppo che ha ricevuto sia la terapia manuale che la tecnica Ponseti combinata hanno riportato un miglioramento statisticamente significativo: il gruppo di controllo al quale è stato somministrato solo il metodo Ponseti aveva come media un punteggio Dimeglio di 8 è passato dopo il trattamento a un punteggio di 7. Il gruppo di studio che ha eseguito sia sedute di

fisioterapia intensiva in combinazione con Ponseti è passato da una media di 11 punti a 9 punti della scala Dimeglio<sup>47</sup> (Grafico 3).



Gli outcome raggiunti sono stati: un miglioramento significativo del range di movimento, un punteggio minore nella scala Dimeglio ed una diminuzione del varismo del retro piede nel gruppo di studio.

**Nel terzo studio<sup>19</sup> “Il trattamento del piede torto idiopatico in età pediatrica: la metodica Ponseti” condotto dal Dottor Sergio Monforte si dice che dal settembre 2003 al giugno 2018, presso la Struttura Complessa di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica dell’ Ospedale dei Bambini Vittore Buzzi di Milano, sono stati trattati consecutivamente con il protocollo Ponseti 1180 bambini affetti da piede torto (per un totale di 1770 piedi trattati).**

Per valutare l’efficacia e i limiti della metodica Ponseti nel trattamento dei piedi torti idiopatici, hanno valutato i pazienti trattati nel loro Centro con questo protocollo entro il I° mese di vita e che avessero eseguito i controlli ambulatoriali previsti almeno fino ai 7 anni di età, escludendo dalla seguente analisi retrospettiva i piedi torti non idiopatici o che si fossero sottoposti alla metodica Ponseti per riprendere un piede torto idiopatico trattato inizialmente in altra sede con altri trattamenti conservativi o chirurgici<sup>19</sup>.

In base ai criteri di scelta sopraelencati sono stati considerati idonei e reclutati per questa analisi retrospettiva 178 bambini (per un totale di 282 piedi torti idiopatici) con un follow-up medio di 104 mesi e 25 gg.

In tutti i bambini trattati la gravità clinica iniziale della malformazione e la progressione della correzione anatomica ottenuta durante la fase correttiva e a fine follow-up sono state stadiate attraverso l'uso del Pirani Score System. Ad inizio trattamento l'età media del campione è di 19 gg e la correzione anatomica è stata raggiunta mediamente in 36 gg con 4,8 tappe correttive in gesso a cadenza settimanale.

Il Pirani score medio iniziale del campione è stato di 5,30 points, di 0,20 points alla fine della fase correttiva e di 0,75 a fine follow-up.

Nel 79% dei casi trattati è stato necessario correggere, a completamento della fase correttiva in gessi, l'equinismo residuo, eseguendo, in regime di ricovero ordinario, una tenotomia percutanea del tendine di Achille in sedazione.

Nel 96,6% dei piedi torti idiopatici trattati con la metodica Ponseti è stata raggiunta una correzione anatomica di tutte le deformità, indipendentemente dalla gravità clinica iniziale, e senza dover ricorrere a trattamenti chirurgici invasivi<sup>19</sup>.

In tutti i casi, durante la fase di mantenimento, è stato prescritto un tutore in abduzione mantenuto, nei casi trattati dal 2003 al 2007, fino ai 3-4 anni di età (veniva come da protocollo) e dopo il 2007, come da indicazione della Ponseti International Association, fino ai 4-5 anni di età, in considerazione di una possibile riduzione delle recidive in fase di dimissione emersa in studi multicentrici eseguiti dopo il 2007.

Il 65% delle famiglie in trattamento ha dichiarato di essersi attenuto scrupolosamente alle indicazioni suggerite e che il loro bambino era stato in grado di seguire una compliance ottimale (almeno 8-10 ore al giorno) al tutore di abduzione per tutta la fase di mantenimento e che il tutore era stato dimesso solo dopo indicazione del curante.

Analizzando le caratteristiche dei soggetti dichiaratisi non complianti o che avevano abbandonato anticipatamente il tutore (28% del campione) non sono emerse caratteristiche statisticamente rilevanti e così omogenee (sesso, gravità iniziale, difficoltà di tipo logistico) da poter trarre delle conclusioni sull'identificazione di soggetti "non responder" o che facessero presagire una difficoltà all'uso del tutore, ma tale difficoltà è emersa soprattutto tra i genitori che non avevano potuto usufruire di un counselling prenatale ortopedico sulla metodica Ponseti o che non erano iscritti a gruppi di sostegno sul web.

L'età più a rischio per una maggiore intolleranza o abbandono del tutore durante la fase di mantenimento si è dimostrata, tra i 2-3 anni<sup>19</sup>.

La compliance al tutore si è dimostrata una variabile fondamentale e indispensabile per poter ridurre efficacemente la naturale tendenza del piede torto a sviluppare una recidiva dal momento che il 69,8% dei bambini in cui la famiglia aveva dichiarato di non essere complianti ha sviluppato almeno una recidiva e che, a parità di follow-up, tale evenienza si è verificata soltanto nel 12,6% dei soggetti le cui famiglie avevano dichiarato una buona compliance al trattamento (Grafici 4-5).

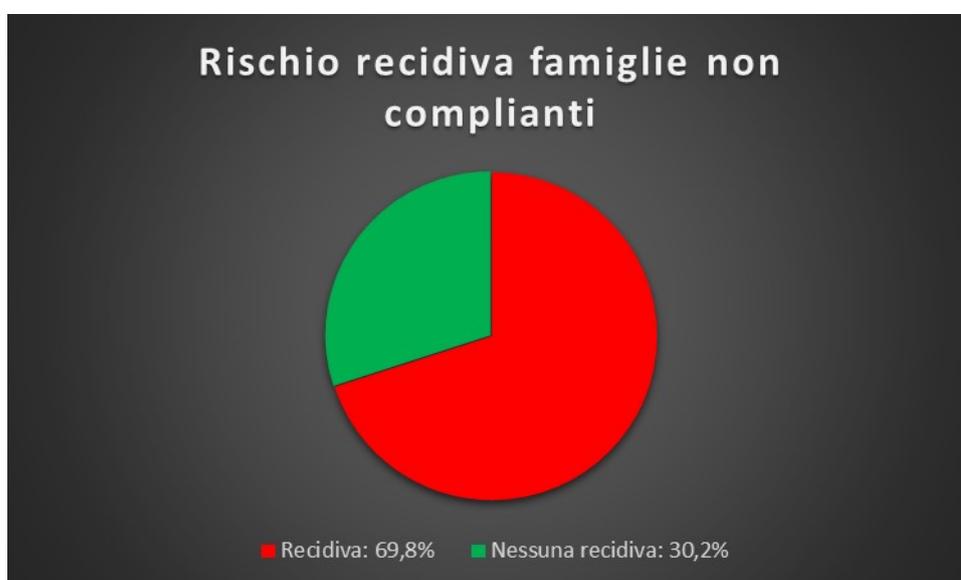


Grafico 4

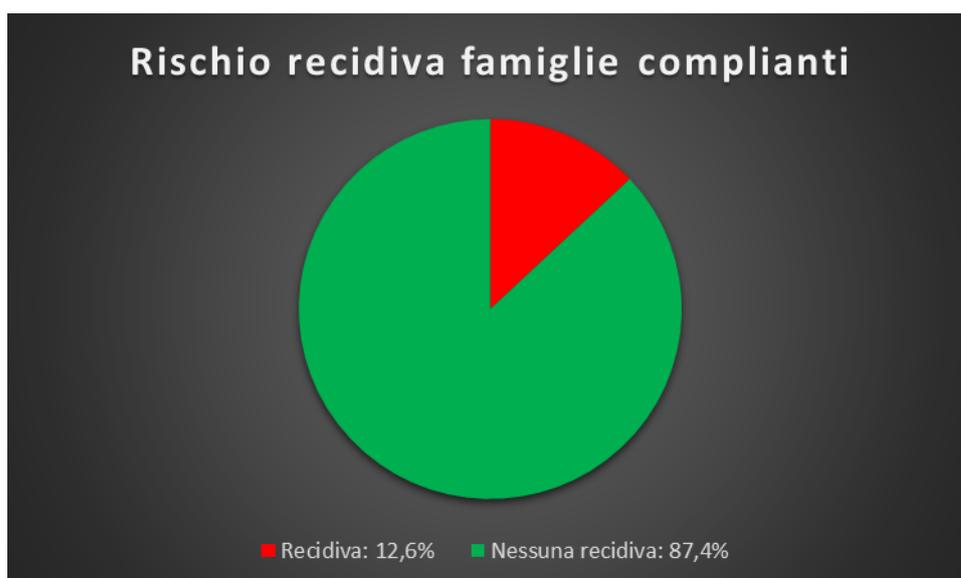


Grafico 5

Complessivamente nel 28% della popolazione presa in esame (50 bambini su 178) si è verificata una o più recidive che hanno richiesto un trattamento specialistico (ortopedico-riabilitativo e/o chirurgico).

Le recidive sono state più frequenti nei primi 50 casi trattati (16/48) dal momento che nei bambini trattati dopo il 2007 si è verificata una progressiva e significativa riduzione del rischio di recidiva chirurgica (33,3% vs 16%) probabilmente perché:

- il tutore in abduzione nei primi 5 anni dall'introduzione della metodica veniva dismesso più precocemente (ai 3 anni di età)
- si è avuto un miglioramento dell'addestramento personale dopo un tirocinio in Iowa sia durante la fase correttiva che di follow-up (2007)
- si è registrato miglioramento della compliance genitoriale dopo creazione su internet di siti e blog dedicati al trattamento del piede torto con la metodica Ponseti
- è stato creato nel 2008 un ambulatorio dedicato per il trattamento e il follow-up.

A fine follow-up, i risultati clinici e funzionali ottenuti sono stati valutati con la Functional Rating Scale di Laaveg-Ponseti (Figura 26), una scheda di valutazione di outcome soggettiva, internazionalmente riconosciuta, in grado di classificare, la correzione anatomica e funzionale raggiunta in un piede torto trattato con la metodica Ponseti a seconda di alcune caratteristiche cliniche del piede e della qualità motoria del bambino (presenza o meno di un appoggio plantigrado, di una dorsiflessione > ai 10° e della presenza di deformità residue del piede più o meno strutturate) e di una scheda di valutazione del grado di soddisfazione dei genitori a fine trattamento<sup>19</sup>.

**punteggio tot FRS**

**SODDISFAZIONE**

1  2  3  4  5

- 1 = molto soddisfatto del risultato finale
- 2 = soddisfatto del risultato finale
- 3 = nè soddisfatto nè insoddisfatto
- 4 = insoddisfatto del risultato finale
- 5 = molto insoddisfatto

**FUNZIONE: nelle attività quotidiane il PTC**

1  2  3  4  5

- 1 = non limita le attività
- 2 = occasionalmente limita le attività più difficili
- 3 = limita le attività più difficili
- 4 = occasionalmente limita nelle attività di routine
- 5 = limita il cammino

**DOLORE**

1  2  3  4  5

- 1 = mai dolore
- 2 = occasionalmente lieve dolore durante attività intense
- 3 = piede generalmente dolente dopo intensa attività
- 4 = occasionalmente dolente durante attività di routine
- 5 = piede dolente durante il cammino

**POSIZIONE DEL CALCAGNO IN STANDING**

1  2  3  4

- 1 = calcagno varo a 0° o alcuni gradi in valgo
- 2 = calcagno varo, 1-5°
- 3 = calcagno varo, 6-10°
- 4 = calcagno varo, > 10°

**DORSIFLESSIONE PASSIVA**

0  1  2  3  4  5  
 <5° 5° 10° 15° 20° 25°

**ROM VARO-VALGO  
CALCAGNO**

0  1  2  3  
 <10° 10° 20° 30°

**ROM PRONO SUPINAZIONE  
PIEDE**

0  1  2  
 <25° 25° 50°

**Ha un cammino normale?** SI  NO

**Può camminare sulle punte?** SI  NO

**Può camminare sui talloni?** SI  NO

**zoppica?** SI  NO

**Ha un appoggio completo del piede?** SI  NO

**toe off anomalo?** SI  NO

Figura 26

Ben il 75% dei piedi torti idiopatici trattati con la metodica Ponseti è stato in grado di raggiungere alla FRS un risultato clinico-funzionale tale da essere giudicato come ottimo o buono, mentre nel 19% dei casi trattati il risultato è stato classificato come sufficiente e solo il 6% come inadeguato.

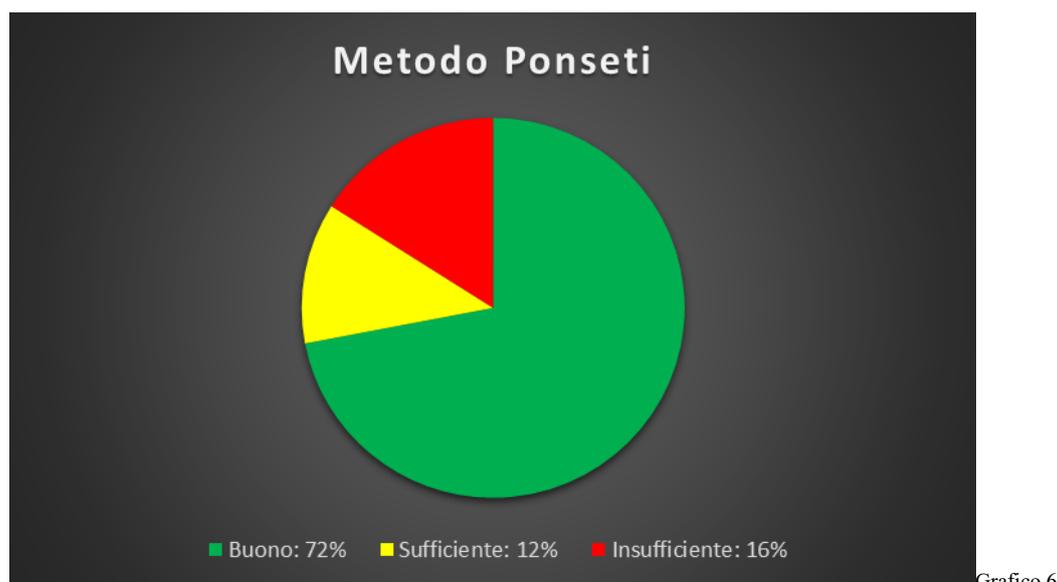
**Il quarto lavoro “A comparison of two nonoperative methods of idiopathic clubfoot correction: the Ponseti method and the French functional (physiotherapy) method”** pubblicato nel 2008 da Richards e coll. confronta i risultati ottenuti utilizzando il metodo Ponseti e il metodo funzionale francese in 256 pazienti (176

**pazienti trattati con il Metodo Ponseti e 80 pazienti trattati con il metodo funzionale francese) nello stesso istituto con un follow-up medio di 2 anni.**

I risultati dopo il follow-up sono stati classificati come “buono” (un piede plantigrado in associazione o meno ad intervento di tenotomia percutanea), “sufficiente” (un piede plantigrado che aveva già avuto o aveva bisogno di un intervento di transfer del tendine tibiale anteriore), o “insufficiente” (con necessità per un intervento di release posteromediale completo).

L’arruolamento dei pazienti avveniva dopo un colloquio con i genitori volto a spiegare le differenze tra le due metodiche, e la scelta del trattamento veniva lasciata alla famiglia. I risultati di tale studio riportano che entrambi i metodi consentono di ottenere una correzione nel 95% dei casi senza evidenziare differenze significative.

Al momento dell'ultimo follow-up, i risultati per i piedi trattati con il metodo Ponseti erano “buono” per il 72%, “sufficiente” per il 12%, e “insufficiente” per il 16%; i risultati per i piedi trattati con il metodo funzionale francese erano “buono” per il 67%, “sufficiente” per il 17%, e “insufficiente” per il 16%. Tuttavia il metodo Ponseti è stato scelto dal doppio delle famiglie rispetto al metodo funzionale, in quanto quest’ultimo presuppone un impegno quotidiano della famiglia e, in alcuni Paesi, anche un onere economico non indifferente<sup>20</sup> (Grafici 6-7-8).



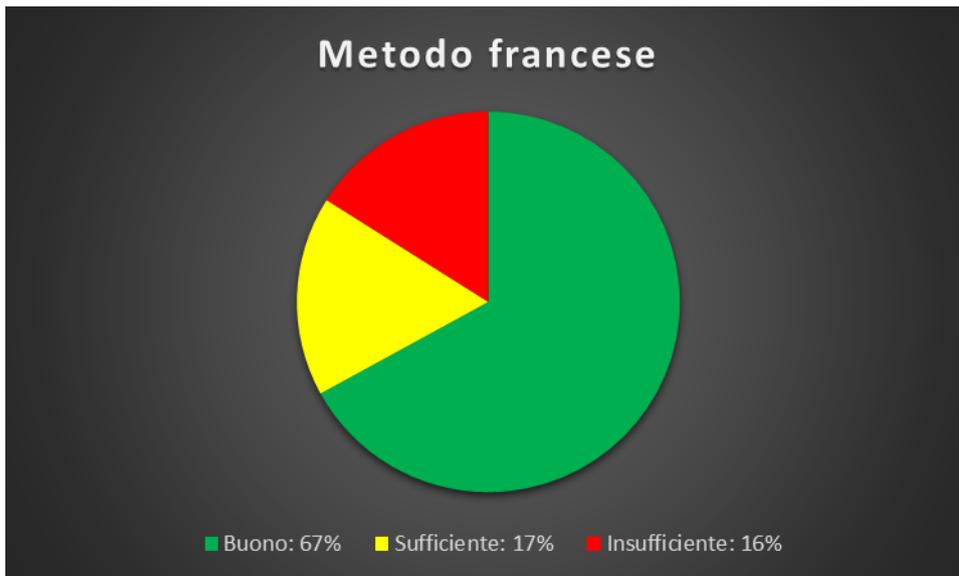


Grafico 7

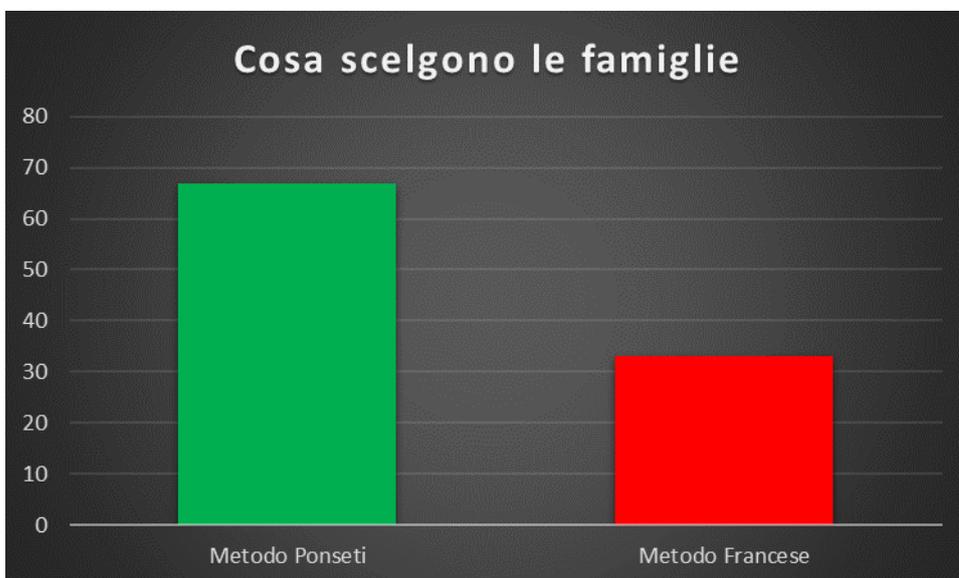


Grafico 8

La difficoltà nell'aderenza al protocollo può essere la causa dell'alto tasso di recidiva riportato nel lavoro di Richards, che si verifica nel 37% dei casi di PTC trattati con il metodo Ponseti e nel 29% dei casi trattati con il metodo funzionale<sup>22</sup>.

Per far fronte a questa problematica, Richards e coll. propongono una strategia che comprenda la combinazione dei due metodi; è stato infatti osservato che, quando la tenotomia dell'achilleo non viene eseguita, si crea una tensione a livello del mesopiede che può esitare in una deformità tipica ("mild cocker-bottom deformity"). Inoltre, anche nei casi che ottengono un buon risultato con il metodo funzionale, spesso si rende necessario un successivo approccio chirurgico posteriore. Essi concludono dunque che la tenotomia percutanea del tendine d'Achille, seguita da 3 settimane di gesso, sia un

momento terapeutico indispensabile per la buona riuscita del trattamento. Nella loro esperienza, infatti, l'introduzione della tenotomia percutanea nel metodo funzionale rende i risultati delle due metodiche sovrapponibili, annullando il piccolo vantaggio a favore del metodo Ponseti<sup>22</sup>.

Allo stesso modo è possibile, nel protocollo del metodo Ponseti, sostituire dopo la tenotomia dell'achilleo l'utilizzo del tutore Denis-Browne con i bendaggi e le immobilizzazioni tipiche del metodo funzionale sino ai 2 anni, favorendo la "compliance" del paziente.

**Nello studio "Italian survey on Ponseti method for clubfoot treatment" condotto da Arrigoni, Catena ed Origo è stato approntato un questionario con domande volte ad analizzare il trattamento di Ponseti in ogni suo aspetto.**

Questionario:

1. Quale trattamento era impiegato prima della tecnica di Ponseti?
2. Presenza di medici certificati nell'équipe
3. A che distanza dalla nascita avete avviato il trattamento?
4. Che tipo di materiale viene impiegato (gesso, altro)?
5. Sopra o sotto al ginocchio?
6. Che tipo di confezione?
7. Ogni quanto viene rinnovato l'apparecchio?
8. Chi applica l'apparecchio?
9. Ritieni utile eseguire manipolazioni prima di confezionare l'apparecchio?
10. Come viene rimosso l'apparecchio?
11. Quale scala di valutazione viene utilizzata pre e post trattamento?
12. Tenotomia del tendine d'Achille: in che percentuale dei casi?
13. Tenotomia del tendine d'Achille: quale anestesia?
14. Tenotomia del tendine d'Achille: quale tecnica?

15. Durata del gesso post-operatorio

16. Quale tutore dopo il gesso?

17. Tempi di impiego del tutore

18. In caso di intolleranza al tutore o nelle forme monolaterali, reputi accettabile passare all'uso di un tutore monolaterale (AFO o doccia)?

19. Ti ritieni soddisfatto dei risultati raggiunti con questa tecnica rispetto alle tue esperienze precedenti?

20. Criticità e aspetti da approfondire

Questo è stato inviato, nell'anno 2019, ai principali reparti italiani di Ortopedia dove si svolga anche attività pediatrica. In totale sono risultati 22 centri e tutti hanno risposto al questionario<sup>18</sup>.

Andando ad analizzare le risposte dei questionari si può affermare che la metodica Ponseti sia utilizzata in tutta Italia e si sia diffusa con un progressivo abbandono di tecniche usate in precedenza (es. metodo di Kite) con una notevole soddisfazione derivante dai risultati ottenuti.

Il trattamento viene effettuato dai medici ortopedici, nella maggior parte dei centri, che solo in 3 centri (13,5%) sarebbe abilitato da una "certificazione".

La riflessione che ne deriva è che, nonostante sia fondamentale la didattica, si tratti di un metodo standardizzato e trasmissibile anche tra colleghi secondo l'esperienza acquisita.

Per quanto riguarda l'inizio del trattamento, solo nel 18% dei centri questo avviene precocemente, mentre in più della metà inizia tra la seconda e la terza settimana di vita.

Nel suo metodo Ponseti non era così intransigente sull'inizio consigliando, anzi, di applicare la metodica anche più avanti nel tempo e, a volte, suggerendo la ripresa dei gessi nei bambini più grandi. Tutti i centri hanno, infatti, sottolineato che la tempistica può variare anche in base all'età del bambino alla prima valutazione ortopedica<sup>18</sup>.

La tecnica originale di Ponseti prevede l'impiego di bende gessate e, anche in questo caso, si osserva come, in Italia, il gesso sia il materiale di scelta in quasi il 60% dei

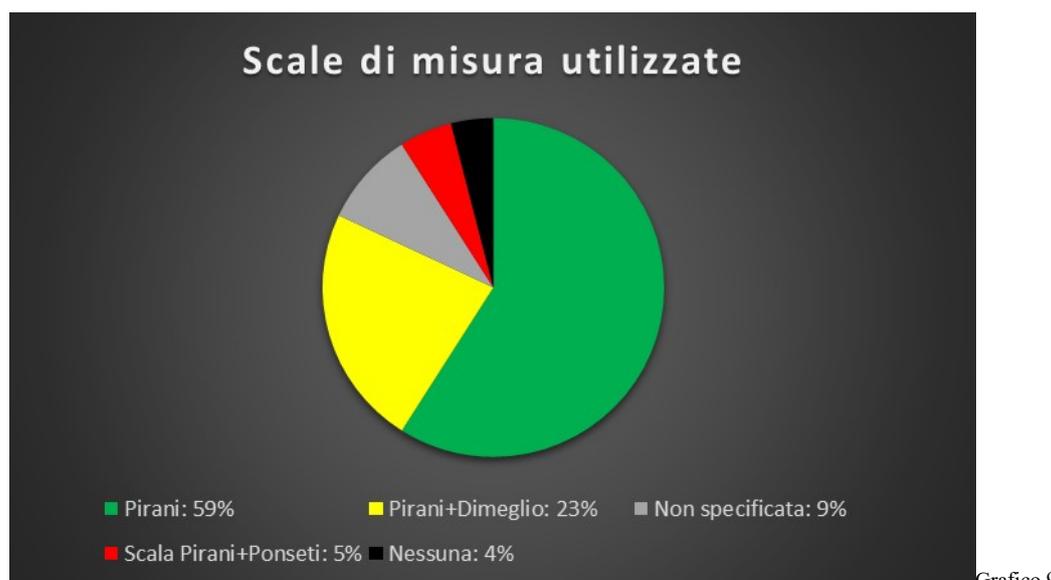
centri, mentre in un quarto dei centri viene preferita la vetroresina morbida con riferiti buoni risultati.

Sembra invece essere unanime e, in effetti aderente ai principi del trattamento, l'utilizzo di un'immobilizzazione femoro-podalica, chiusa, al fine di mantenere la correzione, cosa non garantita dai gessi sotto il ginocchio o dalle docce.

Anche i tempi di applicazione del gesso son concordi con il metodo ufficiale.

A proposito della rimozione, Ponseti consiglia la rimozione con un bisturi o bagnando e srotolando le bende gessate ma, in Italia, questa viene effettuata con la sega da gesso (55% dei centri) o con le forbici (20% dei centri). Ad eccezione di tre centri, la maggior parte considera le manipolazioni (a cui, peraltro, Ponseti dava grande importanza) utili e parte integrante della tecnica per ottenere un buon esito finale.

Anche se inizialmente Ponseti non consigliava scale di valutazione, lui stesso ne ha messa a punto una; l'aver chiesto ai centri se la utilizzano e quale preferiscano non è per giudicare la maggior o minor aderenza al protocollo ma solamente al fine di conoscere dal punto di vista pratico e scientifico quale sia la più diffusamente adoperata: viene utilizzata nel 59% dei centri la scala di Pirani, nel 23% questa in associazione a quella di Di Meglio-Bensahel mentre nel 4,5 % la prima in associazione a quella di Ponseti<sup>18</sup> (Grafico 9)



La tenotomia dell'Achille viene effettuata dal 70 al 100% dei casi, in accordo con la metodica; in Italia emerge però la preferenza ad eseguirla in anestesia generale o in sedazione, probabilmente per problemi organizzativi, logistici o medico-legali. In due terzi dei centri la si effettua percutanea mentre in un terzo a cielo aperto.

Cinque centri hanno sottolineato che eseguono, in associazione, le capsulotomie posteriori in casi selezionati o nel PTC atipico e anche questo può essere considerata una scelta possibile in base al caso clinico da trattare<sup>18</sup>.

In più della metà dei centri la successiva immobilizzazione post-operatoria segue lo schema originale di 3 settimane; solo in un terzo dei casi si mantiene dai 10 ai 15 giorni mentre in un singolo centro oltre ai 40 giorni.

Quasi la totalità dei centri è poi concorde con la metodica originale nell'applicare successivamente, alla rimozione del gesso, il tutore tipo Denis Browne che è principalmente rigido (quello più disponibile sul mercato, mentre gli articolati sono più difficili da reperire). I vari centri hanno segnalato la presenza in commercio di almeno tre marche diverse ma non è stato indagato se esista una preferenza di una o l'altra.

Il programma di applicazione del tutore invece risulta molto variabile; la metà dei centri segue rigorosamente il protocollo originale mentre l'altra metà lo modifica in base alle caratteristiche proprie o del paziente.

Nelle forme monolaterali o di intolleranza al tutore di Denis Browne non esiste unanimità per cui il 50% dei centri non ritiene utile l'utilizzo di un'ortesi monolaterale mentre il 45% la applica e il 5% consiglia di valutare caso per caso<sup>18</sup>.

**L'ultimo studio considerato è stato "Il trattamento del piede torto congenito con il metodo Ponseti: esperienza di 12 anni in un unico centro pediatrico" condotto da Giarratana, Monforte, Alberghina e Andreacchio, pubblicato nel giugno 2021, nel quale hanno valutato l'esperienza maturata nel trattamento del piede torto congenito (PTC) con il metodo Ponseti presso un unico centro di riferimento pediatrico in un arco temporale di 12 anni.**

Sono stati analizzati in modo retrospettivo i risultati relativi a 988 PTC idiopatici trattati alla nascita: hanno analizzato la percentuale di piedi sottoposti a tenotomia percutanea dell'achilleo; è stata inoltre analizzata la percentuale di recidiva, definita come ripristino

di una o più deformità anatomiche primitive dopo aver ottenuto la correzione completa, cercando di trovare una correlazione tra la frequenza di recidiva e la gravità del quadro clinico all'esordio<sup>17</sup>.

Dal 1° gennaio 2003 al 31 dicembre 2015 sono stati trattati con la metodica Ponseti 975 pazienti affetti da PTC; tra questi sono stati selezionati per questo studio 652 pazienti affetti da PTC idiopatico, di cui 336 affetti da PTC bilaterale, 162 affetti da PTC destro e 154 affetti da PTC sinistro, per un totale di 988 piedi trattati.

Tutti i piedi sono stati classificati prima dell'inizio del trattamento in base alla classificazione di Pirani. Sono stati confezionati in media 5 apparecchi gessati femoro-podali (minimo 2, massimo 8), sostituiti ogni 7 giorni. Nei casi in cui si evidenziava un equinismo residuo con dorsiflessione della tibiotarsica < 15°, è stata eseguita la tenotomia percutanea dell'achilleo. È stato poi applicato il tutore Mitchell-Ponseti, secondo il protocollo stabilito dalla metodica fino al compimento del 5° anno di vita.

Il follow-up medio è di 9 anni e 5 mesi (minimo 5 anni e 4 mesi, massimo 12 anni).

I piedi considerati nello studio sono stati classificati e trattati da un unico operatore esperto certificato nell'applicazione della metodica dalla Ponseti International Association.

I 988 piedi trattati sono stati divisi in tre gruppi prendendo in considerazione la classificazione di Pirani. Nel Gruppo I sono inclusi i piedi con punteggio di Pirani compreso fra 0,5 e 2,5, pari a 295 (29,8%), nel Gruppo II i piedi con valore di Pirani compreso fra 3 e 4, pari a 514 (52%) mentre nel Gruppo III i piedi con valore di Pirani compreso fra 4,5 e 6, pari a 179 (18,2%).

La percentuale complessiva di piedi in cui è stata eseguita la tenotomia percutanea dell'achilleo è del 76,6%. Nel Gruppo I sono stati sottoposti a tenotomia percutanea dell'achilleo 170 piedi (57,6%), nel Gruppo II 428 piedi (83,2%) e nel Gruppo III 159 piedi (88,8%)<sup>17</sup>.

Hanno riscontrato 159 casi di recidiva (16% dei casi totali), di cui 48 appartenenti al Gruppo I (16,3%), 70 appartenenti al Gruppo II (13,6%) e 41 appartenenti al Gruppo III (22,9%). In 30 piedi (18,8%, 22 pazienti) la recidiva è stata trattata con una nuova tenotomia percutanea dell'achilleo, mentre in 129 piedi (81,2%, 116 pazienti) la

ricidiva è stata trattata con Trasposizione del Tibiale Anteriore (TTA ) sul terzo cuneiforme.

Tra le complicanze associate alla Trasposizione del Tibiale Anteriore, si segnalano 3 casi di disancoraggio della tenodesi ed 1 caso di infezione superficiale a livello della regione plantare.

Delle recidive trattate chirurgicamente mediante Trasposizione del Tibiale Anteriore, l'1,6% (2 piedi) ha presentato una seconda recidiva che ha richiesto un nuovo trattamento chirurgico di release postero-mediale (RPM).

L'obiettivo del trattamento è stato quello di avere un piede asintomatico e con appoggio plantigrado corretto, che consenta al paziente di indossare calzature normali. Il metodo Ponseti si è dimostrato nel tempo un metodo efficace e poco costoso, che permette di correggere la deformità iniziale evitando le conseguenze associate agli interventi chirurgici invasivi come la rigidità e l'artrosi precoce, ma anche complicanze come l'ipercorrezione ed il dolore. Le percentuali di degenerazione artrosica e rigidità conseguenti ad interventi di release esteso dei tessuti molli raggiungono infatti in letteratura il 56% dei casi<sup>17</sup>.

In questo studio l'applicazione del metodo Ponseti ha permesso la correzione definitiva del PTC nell'84% dei casi, confermando l'efficacia del metodo descritta in letteratura.

In questo studio, la percentuale complessiva di piedi sottoposti a tenotomia percutanea dell'achilleo corrisponde al 76.6% dei casi.

Analizzando la distribuzione dei piedi nei tre gruppi (Figura 27), si può notare che la percentuale di piedi sottoposti a tenotomia percutanea dell'achilleo cresce proporzionalmente all'aumentare del Pirani-score. Analogamente a quanto descritto in letteratura, possiamo quindi affermare che uno score di Pirani alto ad inizio trattamento corrisponde ad una probabilità più alta di dover eseguire la tenotomia percutanea dell'achilleo<sup>17</sup>.

**Tabella III.** Numero e percentuale di piedi recidivati in base alla gravità della deformità iniziale e relativo trattamento.

Pirani Score	N. piedi tot.	N. piedi recidivati	N. piedi sottoposti a nuova tenotomia percutanea achilleo	N. piedi sottoposti a transfer tibiale anteriore
Gruppo I	295	48 (16,3%)	12 (25%)	36 (75%)
Gruppo II	514	70 (13,6%)	12 (17,1%)	58 (82,9%)
Gruppo III	179	41 (22,9%)	6 (14,6%)	35 (85,4%)
TOT.	988	159 (16%)	30 (18,8%)	129 (81,2%)

Figura 27

Nella loro esperienza, nell'84% dei casi il metodo Ponseti ha permesso di raggiungere e mantenere fino all'abbandono del tutore la correzione definitiva della deformità, senza la necessità di dover eseguire ulteriori trattamenti (Grafico 10).

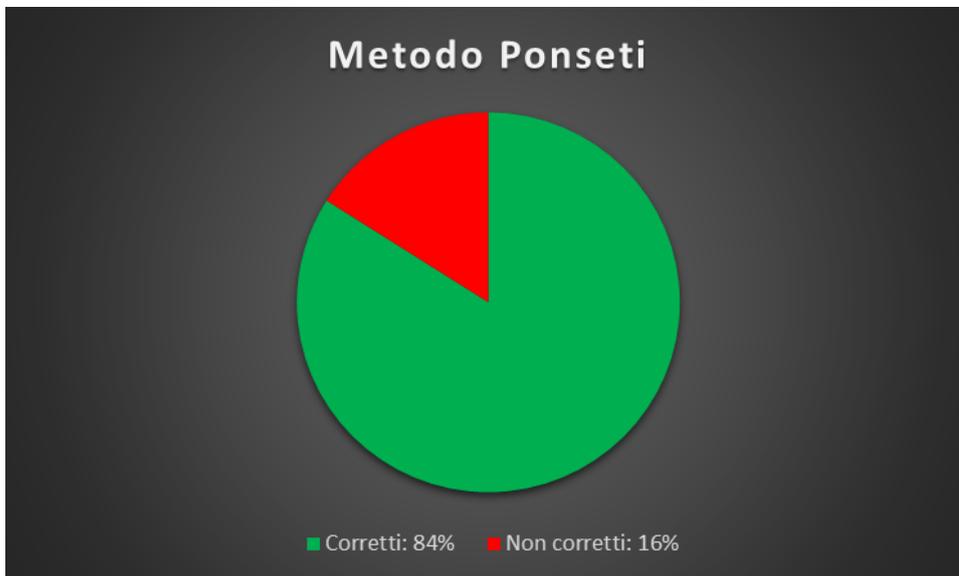


Grafico 10

In questo studio, durante il follow-up è stata evidenziata una recidiva nel 16% dei casi (159 piedi). In letteratura<sup>17</sup> l'incidenza della recidiva varia tra l'11% ed il 41%. Si può affermare che la percentuale di recidiva rilevata in questo lavoro è in linea con i valori più bassi registrati in letteratura, dato probabilmente correlabile alla vasta esperienza nel trattamento della patologia, all'ampiezza del campione statistico e all'esclusione dalla popolazione in studio dei PTC non idiopatici<sup>17</sup>.

Analizzando la distribuzione delle recidive in base al punteggio di Pirani iniziale e quindi alla gravità della presentazione clinica, si può notare che nel gruppo III l'incidenza della recidiva è nettamente superiore a quella dei primi due gruppi (Figura 27). Questo dato è confermato dalla letteratura, in cui emerge che più severa è la

deformità all'inizio del trattamento, maggiore è il rischio che vada incontro ad una recidiva durante il follow-up.

Il 18,8% delle recidive evidenziate in questo lavoro (30 piedi in 22 pazienti), caratterizzato da una perdita di dorsiflessione della tibiotarsica, è stato trattato mediante una fase di re-casting associata a nuova tenotomia percutanea dell'achilleo.

Nel restante 81,2% delle recidive (129 piedi in 116 pazienti), caratterizzate dall'adduzione dell'avampiede associata a supinazione dinamica è invece stato necessario intervenire chirurgicamente mediante TTA sul terzo cuneiforme, che ha permesso una correzione definitiva nel 98,4% dei casi.

Nella loro esperienza soltanto nel 1,6% delle prime recidive chirurgiche (2 piedi) è stato necessario ricorrere, dopo il Transfer del Tibiale Anteriore sul terzo cuneiforme, ad un nuovo approccio chirurgico mediante release postero-mediale (RPM) a causa della comparsa di una nuova recidiva<sup>42</sup>.

La maggior parte delle recidive chirurgiche (81,8%) si è manifestata dopo i 4 anni di età ed in particolare entro i primi 18 mesi dall'abbandono del tutore. Le recidive che si sono manifestate prima dei 4 anni (18,8%) sono dovute alla scarsa aderenza al protocollo di utilizzo del tutore e sono state trattate, come già descritto, mediante una fase di re-casting secondo i principi fondamentali e di tecnica applicati nella manovra correttiva originaria.

Secondo la loro esperienza viene confermata l'importanza del protocollo di utilizzo del tutore, infatti, il 62% dei bambini la cui famiglia aveva dichiarato una scarsa aderenza al protocollo ha sviluppato almeno una recidiva; a parità di follow-up, ha invece sviluppato una recidiva solo il 38% dei soggetti la cui famiglia dichiarava il rispetto delle indicazioni all'utilizzo del tutore. È quindi necessario ad ogni valutazione monitorare, oltre al grado di correzione clinica e funzionale del piede, lo stato di manutenzione del tutore ed interrogare i genitori sulle eventuali difficoltà incontrate nel mantenere il programma concordato.

## 5.0 Discussione

Dai risultati sopraccitati è venuto fuori che la metodica di Ponseti è la più utilizzata per il trattamento del PTC. Il metodo Ponseti ha un'elevata efficacia e affidabilità nel ripristinare il corretto assetto anatomico in un piede torto idiopatico indipendentemente dalla gravità iniziale, senza dover necessariamente ricorrere a trattamenti chirurgici invasivi, e nel mantenere nella maggioranza dei casi trattati, durante il normale accrescimento del bambino, un appoggio plantigrado, asintomatico e funzionalmente ben bilanciato.

Esistono dei punti di forza di questa tecnica, quali la correzione manuale basata sulla supinazione dell'avampiede senza bloccare il retropiede e sull'utilizzo attento del tutore rigido fino ai 3-4 anni, che sono universalmente riconosciuti.

Il metodo Ponseti consente la correzione del PTC idiopatico in modo efficace, sicuro e poco costoso, evitando le complicanze associate al trattamento chirurgico invasivo quali la rigidità e l'artrosi precoce.

Uno dei limiti principali, ad oggi difficilmente superabili, di questa scelta terapeutica è dato dall'uso prolungato (almeno 4-5 anni) e dalla tipologia di tutore che viene usato nella metodica Ponseti, caratteristiche che limitano notevolmente la compliance al trattamento dei bambini e delle loro famiglie (più del 40% delle famiglie che scelgono la metodica Ponseti dichiara difficoltà a seguire la tempistica del protocollo). Un altro limite nel trattamento del piede torto è che, indipendentemente dalla scelta terapeutica adottata, per ogni soggetto è estremamente difficile predire, a correzione anatomica ultimata, un reale rischio di recidiva basandosi soltanto su criteri anamnestici o clinici di gravità dal momento che, ad eccezione del grado di compliance che il bambino e le famiglie sono in grado di garantire durante la fase di tutorizzazione, non è ancora stato individuato uno o più fattori pronostici affidabile in grado di personalizzare il trattamento a secondo della percentuale di rischio individuale.

Varianti del metodo Ponseti sono la tenotomia del tendine d'Achille in via percutanea o a cielo aperto, in associazione o meno con capsulotomie posteriori, in anestesia locale o generale, l'utilizzo di bende diverse da quelle gessate, l'inizio del trattamento nella prima settimana o nel primo mese, il tutore di Denis Browne o similari, più o meno

articolati, sono diversamente applicate con risultati sovrapponibili, confermando l'indubbia validità della tecnica di Ponseti.

La tenotomia percutanea dell'achilleo viene eseguita quando, al termine della correzione con gessi seriatati, la dorsiflessione della tibiotarsica è inferiore a 15°; la frequenza di esecuzione della tenotomia percutanea dell'achilleo è proporzionale alla gravità del quadro clinico iniziale e consente il guadagno di dorsiflessione da parte del retropiede, prevenendo le recidive precoci in equinismo.

Dopo l'intervento chirurgico, la fisioterapia postoperatoria è essenziale.

Famiglie, fisioterapisti e utilizzo dei tutori hanno lo stesso impatto sul protocollo di trattamento. Il motivo primario delle recidive è l'incapacità delle famiglie di mantenere la correzione inizialmente ottenuta.

Nell'inquadramento clinico iniziale è importante affidarsi ad una classificazione che consideri diversi parametri e che possa essere riutilizzata durante il follow-up del paziente in modo tale da verificare l'evoluzione clinica della patologia e da identificare precocemente le eventuali recidive. È per questo motivo che la scala di valutazione più utilizzata dai reparti di ortopedia italiani è la scala di Pirani. La classificazione di Pirani è in grado di fornire informazioni dettagliate sulla progressione della correzione ottenuta; essa infatti permette, attraverso l'assegnazione di un punteggio finale che varia da 0 a 6, la descrizione della deformità prendendo in considerazione 6 parametri e ha dimostrato un'ottima riproducibilità inter-osservatore ed intra-osservatore.

Le recidive precoci, meno frequenti, possono essere trattate mediante una fase di re-casting seguita da una nuova tenotomia dell'achilleo secondo i principi fondamentali e di tecnica applicati nella manovra correttiva originaria. Le recidive più tardive, successive all'abbandono del tutore, più frequenti, richiedono invece un intervento di TTA (trasposizione del tibiale anteriore).

È fondamentale eseguire un follow-up clinico rigoroso in cui verificare la compliance al trattamento da parte del paziente e dei genitori.

I risultati del trattamento devono essere monitorati radiograficamente, mediante "gait-analysis" e attraverso un'adeguata valutazione del movimento e del cammino.

La valutazione al terzo mese è importante, in quanto bisogna scegliere se continuare il trattamento conservativo perché è efficace, quindi l'intervento chirurgico può essere evitato, o continuare il trattamento conservativo al fine di mantenere quanto ottenuto, pur essendo consapevoli che sarà necessario un intervento chirurgico.

È importante prevedere ed organizzare un modello di sorveglianza ambulatoriale e domiciliare in grado d'individuare e trattare precocemente i sintomi di un piede torto in fase di recidiva e di aumentare il grado di compliance e sorveglianza domiciliare dei nostri pazienti coinvolgendo in modo attivo ed informato le loro famiglie.

Il metodo Ponseti e il metodo funzionale francese sono entrambi efficaci, pur presentando differenze di costi, più elevati nel metodo funzionale.

Nel confronto tra le due metodiche è inevitabile considerare che l'80% dei pazienti affetti da PTC nasce in paesi con basso o medio tasso di sviluppo.

Per questo motivo la scelta dell'una o dell'altra metodica deve variare in base alla gravità della deformazione, ma anche al contesto socio-economico in cui sono inseriti il paziente e la sua famiglia, e favorire un trattamento incentrato sui problemi specifici di ogni singolo paziente.

La continuità del trattamento è obbligatoria. Qualsiasi rallentamento del trattamento può essere dannoso.

Nessuna correzione può essere raggiunta in modo permanente prima della maturità scheletrica.

Un trattamento iniziato precocemente e ben condotto, una collaborazione piena, consapevole ed informata dei genitori rendono molto probabile un risultato ampiamente soddisfacente sia sotto il profilo estetico che funzionale.

È doveroso ricordare infine che, particolarmente nelle deformità di grado severo, non è sempre ottenibile una vera normalizzazione del piede. In questi casi si può infatti osservare un grado variabile di limitazione della dorsiflessione del piede, una tendenza alla marcia in lieve rotazione interna e una persistente ipotrofia dei muscoli del polpaccio.

## 6.0 Conclusioni

Avendo preso in considerazione gli articoli sopraccitati sono giunto alle seguenti conclusioni:

- La classificazione di Pirani è la scala di misura più utilizzata nei reparti di ortopedia e permette di definire il grado di deformità iniziale e di monitorare la progressione della correzione durante la prima fase in cui vengono confezionati gli apparecchi gessati seriati.
- La percentuale di recidiva è maggiore quanto più la deformità è severa all'inizio del trattamento ed è correlata al grado di aderenza al protocollo di mantenimento del tutore.
- La metodica Ponseti, pur con i suoi indubbi limiti tecnici ed organizzativi, è da considerarsi, ad oggi, il miglior metodo per il trattamento del piede torto congenito in età pediatrica, per la sua elevata efficacia e per la possibilità di trattare con un protocollo "mini-invasivo" la maggioranza dei piedi torti idiopatici limitando la necessità d'intervenire chirurgicamente solo ai casi particolarmente resistenti al trattamento conservativo, o per la correzione di recidive sviluppatesi in piedi torti precedentemente trattati chirurgicamente, o per il trattamento di piedi torti associati a patologie neuromuscolari e sindromiche.



## 7.0 Bibliografia

1. Mancini A., Morlacchi C., *Clinica ortopedica - Manuale – Atlante*, V edizione, Piccin, 2018
2. O'Shea R, Sabatini C. *What is new in idiopathic clubfoot?* *Curr Rev Musculoskelet Med* 2016;9:470-7.
3. Werler, M. Yazdy A, Kasser J, et al. *Maternal cigarette, alcohol, and coffee consumption in relation to risk of clubfoot.* *Paediatr Perinat Epidemiol* 2015;29:3-10.
4. Monforte S: *Guarire con una carezza- Il metodo Ponseti*, luglio 2014 13LAB EDITION LTD
5. Wynne-Davies, R. *Family studies and the Cause of Congenital Club Foot. Talipes Equinovarus, Talipes Calcaneo-Valgo and Metatarsus Varus* *J. Bone Joint Surg. Br* 1964
6. Böhm M: *The Embriologic Origin of Clubfoot.* *The Journal of Bone & Joint Surgery.* 1929; 11-229-259
7. Ponseti IV. *Treatment of congenital clubfoot.* [Review, 72 refs] *J Bone Joint Surg Am* 74(3):448–454. 1992
8. Barker S. Chesney D. Miedzybrodzka Z. Maffulli N. *Genetics and epidemiology of ideopathic congenital talipes equinovarus.* *J Pediatric Orthop* 2003; 23:265-272
9. Beals Rk. *Club foot in the Maori: a genetics study of 50 kindreds.* *N Z Med J* 1978 August 23; 88 (618): 144-6
10. Alvarado DM, McCall K, Aferol H et al (2011) *Pitx1 haploinsufficiency causes clubfoot in humans and a clubfoot-life phenotype in mice.* *Hum Mol Genet* 20:3943-3952
11. Ponseti IV. *Congenital clubfoot: fundamentals of treatment.* New York: Oxford University Press, 1996.
12. Moon DK, Gurnett CA, Aferol H, et al. *Soft-tissue abnormalities associated with treatment-resistant and treatment-responsive clubfoot: findings of MRI analysis.* *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1249-56.
13. E. Regondi, C. Ingrassia, A. Memeo *Il piede torto congenito (PTC)* S.C. di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica, Istituto Ortopedico G. Pini, Milano 2012

14. Alok Sud & Akshay Tiwari & Deep Sharma & Sudhir Kapoor *Ponseti's vs. Kite's method in the treatment of clubfoot-a prospective randomised study* International Orthopaedics (SICOT) (2008) 32:409–413
15. Alain Dimeglio and Federico Canavese *The French functional physical therapy method for the treatment of congenital clubfoot* Journal of Pediatric Orthopaedics B 2012, 21:28–39
16. Carol Parnell Prevost, Brian Gleberzon, Beth Carleo, Kristian Anderson, Morgan Cark and Katherine A. Pohlman *Manual therapy for the pediatric population* Parnell Prevost et al. BMC Complementary and Alternative Medicine (2019) 19:60
17. Laura S. Giarratana, Sergio Monforte, Flavia Alberghina, Antonio Andreacchio *Il trattamento del piede torto congenito con il metodo Ponseti: esperienza di 12 anni in un unico centro pediatrico* Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2021;47:124-131
18. Chiara Arrigoni, Nunzio Catena, Carlo Origo *Italian survey on Ponseti method for clubfoot treatment* Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2021;47:36-42
19. S. Monforte *Il trattamento del piede torto idiopatico in età pediatrica: la metodica Ponseti* Area Pediatrica, Vol. 19, aprile–giugno 2018
20. C. Viganò, L.S. Giarratana, F. Spreafico, G. Minnici, W. Albisetti *Strategie nel trattamento conservativo del piede torto congenito* Archivio di Ortopedia e Reumatologia 2018
21. Owen RM, Kembhavi G (2012) *A critical review of interventions for clubfoot in low and middle-income countries: effectiveness and contextual influences.* J Pediatr Orthop B 21:59-67
22. Richards BS, Faulks S, Rathjen KE et al (2008) *A comparison of two nonoperative methods of idiopathic clubfoot correction: the Ponseti method and the French functional (physiotherapy) method.* J Bone Joint Surg Am 90:2313-2321
23. Boden RA, Nuttall GH, Paton RW (2011) *A 14-year longitudinal comparison study of two treatment methods in clubfoot: Ponseti versus traditional.* Acta Orthop Belg 77:522-528

24. Sanghvi A, Mittal V. *Conservative management of idiopathic clubfoot:Kite versus Ponseti method.* J Orthopaedic Surg 2009;17:67-71. <https://doi.org/10.1177/230949900901700115>
25. Hatem S, Elgohary A, Mazen Abulsaad. *Traditional and accelerated Ponseti technique:a comparative study.* Eur J Orthop Surg Traumatol 2015;25:949-953. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1594-5>.
26. Selmani E. *Is Ponseti's method superior to Kite's for clubfoot treatment he?* Eur Orthop Traumatol 2012;3:183-187
27. Thomas HM, Sangiorgio SN, Ebramzadeh E, et al. *Relapse Rates in patients with clubfoot treated using the ponseti method increase with time: a systematic review.* JBJS Rev 2019;7:e6. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.18.00124>
28. Sangiorgio SN, Ebramzadeh E, Morgan RD, et al. *The timing and relevance of relapsed deformity in patients with idiopathic clubfoot.* J Am Acad Orthop Surg 2017;25:536-545. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00522>
29. Codivilla A (1906) *Sulla cura del piede equino varo congenito: nuovo metodo di cura cruenta.* Arch Chir Ortop 23:245-258
30. Pous JG, Dimeglio A (1978) *Neonatal surgery in clubfoot.* Orthop Clin North Am 9:233-240
31. Kite J. H. *The clubfoot, Grune & Stratton, New York, London 1964*
32. Bensahel H, Catterall A, Diméglio A (1990) *Practical applications in idiopathic clubfoot: a retrospective multicentric study in EPOS.* J Pediatr Orthop 10:186-188
33. Seringe R, Atia R (1990) *Piedbot varus équin congenital idiopathique: résultats du traitement fonctionnel (269 pieds).* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 76:490-501
34. Metaizeau JP, Lemelle JL (1991) *Continuous passive motion in the treatment of the congenital clubfoot.* Med Orth Tech 111:194-198
35. Diméglio A, Canavese F, Charles YP (2005) *The Montpellier method for the treatment of congenital talus equino-varus.* Minerva Ortop Traumatol 56:511-518
36. Radler C, Mindler GT, Riedl K, et al. *Midterm results of the Ponseti method in the treatment of congenital clubfoot.* Int Orthop 2013;37:1827-31.

37. Zhao D, Liu J, Zhao L, et al. *Relapse of clubfoot after treatment with the Ponseti method and the function of the foot abduction orthosis*. Clin Orthop Surg 2014;6:245-52.
38. O'Shea R, Sabatini C. *What is new in idiopathic clubfoot?* Curr Rev Musculoskelet Med 2016;9:470-7.
39. Ponseti IV. *Congenital clubfoot: fundamentals of treatment*. New York: Oxford University Press, 1996.
40. Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, et al. *Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method*. Pediatrics 2004;113:376-80.
41. Pirani S, Outerbridge HK, Sawatzky B, Stothers K. *A reliable method of clinically evaluating a virgin clubfoot evaluation*. Procs 21st World Congress SICOT, Sydney, Australia, 1999.
42. Gray KBJ, Little D, Bellemore M, Gibbons P. *Is tibialis anterior tendon transfer effective for recurrent clubfoot?* Clin Orthop Relat Res 2014;472:750-8.
43. Ignacio v. Ponseti, *Congenital Clubfoot, Fundamentals of treatment* Oxford University Press 1996
44. *Clubfoot: Ponseti Management* AA.VV, Editore Lynn Staheli MD, Global-HELP Publication 2009
45. Shafique Pirani, MD and Norgrove Penny, MD *The Ponseti method of Clubfoot Manipulation, Workshop Manual* 2011
46. Donald A. Neumann *Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico* Piccin, 2019
47. Bek Nilgün, Erel Suat, Şims,ek İbrahim Engin, Uygur Fatma and Yakut Yakut *Short-term results of intensive physiotherapy in clubfoot deformity treated with the Ponseti method* Pediatrics International (2011) 53, 381

## 8.0 Sitografia

- A. <http://www.piede-torto.it>
- B. <https://www.ilpiedetorto.it>
- C. <https://ortopediatria.org>
- D. <http://www.ponseti-italia.org>