



Valentino Coppa<sup>1</sup> (foto)  
Silvio Boero<sup>2</sup>  
Simone Riganti<sup>2</sup>  
Antonio P. Gigante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scuola di Specializzazione in Ortopedia e Traumatologia, Dipartimento di Scienze Cliniche e Molecolari, Università Politecnica delle Marche, Ancona; <sup>2</sup> UOC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica, IRCCS Giannina Gaslini, Genova

## Trattamento delle deformità complesse di piede e caviglia mediante l'utilizzo di fissatore esterno in età di accrescimento

*Complex foot deformity treatment by means of external fixator in patients in the age of growth*

### Riassunto

**Introduzione.** Le deformità complesse del piede e della caviglia (DCPC) vengono definite deformità multiplanari, rigide (non correggibili alle prove manuali) già sottoposte più volte a trattamento chirurgico e coinvolgono contemporaneamente il retropiede, l'avampiede e/o la caviglia. La chirurgia tradizionale in questo tipo di deformità prevede osteotomie e/o artrodesi. Questo approccio, seppure associato a buoni risultati, può comportare possibili complicanze vascolari e spesso lascia come esito un piede di piccole dimensioni. Un'alternativa è rappresentata dall'osteogenesi in distrazione mediante fissatore esterno che permette una correzione graduale nel tempo con la possibilità di conservare od incrementare le dimensioni del piede.

**Obiettivo.** Obiettivo del presente studio è quello di rivalutare i risultati del trattamento delle DCPC mediante fissatore esterno di Ilizarov (FEC) o esapodalico (FEE).

**Metodi.** Attraverso uno studio retrospettivo sono stati rivalutati i pazienti affetti da DCPC trattati con fissatore esterno di Ilizarov (gruppo A, 7 casi) ed esapodalico (gruppo B, 10 casi), presso l'UOC di Ortopedia dell'Istituto Gaslini. I pazienti trattati erano tutti in età di accrescimento con un range compreso tra i 10 ed i 18 anni. La complessità iniziale della deformità dell'arto è stata descritta secondo il *Limb Lengthening and Reconstruction Society AIM Index* (LLRS AIM Index) mentre i risultati clinici sono stati valutati secondo l'*American Orthopaedic Foot and Ankle Score* (AOFAS) e il *The Manchester-Oxford Foot Questionnaire* (MOXFQ). L'outcome finale è stato classificato in buono, discreto e scarso secondo i criteri indicati da Paley e Ferreira. La guarigione ossea e dei tessuti molli sono stati valutati e classificati mediante l'*Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov* (ASAMI) bone score. Sono stati, inoltre, valutati i tempi di latenza, di correzione, di consolidazione e di mantenimento del fissatore esterno. Le complicanze sono state valutate secondo la classificazione di Paley in problemi, ostacoli e complicanze vere.

**Risultati.** 6 pazienti del gruppo A ed 8 del gruppo B hanno raggiunto un piede plantigrado, i rimanenti casi hanno avuto una recidiva. Nel gruppo A abbiamo ottenuto 5 buoni risultati, 1 discreto e 1 scarso, nel gruppo B, 6 buoni, 2 discreti e 2 scarsi. In entrambi i gruppi gli score clinici analizzati hanno mostrato un miglioramento dal pre al post operatorio. Per quanto riguarda le complicanze, sia nel gruppo A che nel gruppo B abbiamo avuto 3 ostacoli (di cui uno del gruppo B dipendente da un tempo accessorio) e 1 problema.

**Conclusioni.** Entrambi i fissatori esterni si sono dimostrati efficaci nella correzione delle DCPC portando alla remissione della sintomatologia clinica in una soddisfacente percentuale dei pazienti trattati. Il FEE ha il vantaggio di non richiedere modifiche del costruito in corso di trattamento mentre il FEC richiede la correzione di una singola deformità per volta e al termine della correzione occorre cambiare il punto degli snodi per correggere la successiva.

**Parole chiave:** deformità complesse piede e caviglia, fissatore esterno esapodalico, Ilizarov, piede torto

### Summary

**Background.** The complex foot and ankle deformities (CFAD) are defined as multiplanar, rigid

### Indirizzo per la corrispondenza:

Valentino Coppa

via Tronto, 10/A

60126 Ancona

E-mail: coppa.valentino@gmail.com

(not correctable during the objective examination) already treated several times with involvement of the hindfoot, the forefoot and/or ankle. The traditional surgical approach of these deformities includes osteotomies and/or arthrodesis. This approach, although associated with good results, could lead to vascular complications and often results in a small foot. An alternative is represented by distraction osteogenesis by means of an external fixator which allows a gradual correction over time with the possibility of preserving or increasing the size of the foot.

**Aim.** Evaluate the outcomes of the treatment of CFAD by the means of circular or hexapod external fixator.

**Methods.** We retrospectively reviewed the patients with CFAD treated by Ilizarov external fixator (group A, 7 cases) or hexapod frame (group B, 10 cases) at the U.O.C. of Orthopedics of the Gaslini Institute. The patients included were aged between 10 and 18 years. The initial complexity of limb deformity was described according to the Limb Lengthening and Reconstruction Society AIM index (LLRS AIM Index), the clinical results were evaluated according to the American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS) and The Manchester-Oxford Foot Questionnaire (MOXFQ). The final outcome was classified as good, fair and poor according to the criteria described by Paley and Ferreira. Bone and soft tissue healing were evaluated and classified by the Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov (ASAMI) bone score. The latency, correction, consolidation and external fixator times were evaluated. Complications were classified according to the Paley classification in problems, obstacles and complications.

**Results.** 6 patients in group A and 8 in group B reached a plantigrade foot, the remaining cases had a recurrence. In group A we obtained 5 good results, 1 fair and 1 poor whereas in group B the patients showed 6 good, 2 fair and 2 poor results. In both groups, the analyzed clinical scores showed an improvement from pre- to post-operative. Regarding the complications, both in group A and in group B we had 3 obstacles (one of which in the B group depends on an accessory time) and 1 problem.

**Conclusions.** Both type of external fixators showed to be effective in the correction of CFAD with remission of clinical symptoms in a satisfactory percentage of patients. The FEE, however, has the advantage of not requiring changes to the construct while the FEC requires the correction of a single deformity at a time and at the end of the correction it is necessary to change the point of the joints to correct the next deformity.

**Key words:** complex foot and ankle deformities, hexapod external fixator, Ilizarov, clubfoot

## Introduzione

Le deformità complesse del piede e della caviglia (DCPC) vengono definite come deformità multiplanari, rigide (non correggibili alle prove manuali durante l'esame obiettivo) e possono essere conseguenti a patologie congenite o acquisite<sup>1</sup>. In particolare, quando si parla di DCPC in questo articolo si fa riferimento a malformazioni già trattate più volte e che presentano deformità maggiori di 20° su almeno due piani dello spazio e che coinvolgono il retropiede, l'avampiede e/o la caviglia. L'obiettivo primario del trattamento chirurgico è quello di ottenere un piede plantigrado, non doloroso, di una misura simile al piede sano<sup>2,3</sup>. La rigidità intrinseca di queste deformità rende gli approcci con manipolazione e ortesi o le procedure sui tessuti molli scarsamente efficaci.

Gli approcci chirurgici tradizionali prevedono la correzione estemporanea mediante *release* dei tessuti molli, osteotomie e/o artrodesi, metodiche valide ma che richiedono l'asportazione di ampi cunei ossei con il risultato di un piede di piccole dimensioni possibili complicanze come deiscenze cutanee, disordini vascolo-nervosi e incompleta correzione della deformità<sup>1,3-7</sup>.

Un'alternativa è rappresentata dalla tecnica di Ilizarov, con o senza osteotomie, con una distrazione graduale effettuata tramite fissatore esterno circolare<sup>2</sup>.

L'approccio combinato con osteotomie trova indicazione nei pazienti di età maggiore agli 8 anni, nei casi più complessi con retrazione dei tessuti molli, deformità ossee strutturate e gravi alterazioni articolari<sup>2</sup>.

I vantaggi principali sono la correzione graduale che può essere modulata e modificata dal chirurgo nel corso del trattamento e che non comporta un accorciamento del piede mentre gli svantaggi sono le possibili complicanze del trattamento con fissatore esterno<sup>2,8-10</sup>.

Il vantaggio del fissatore esterno esapodalico (FEE) rispetto all'Ilizarov (FEC) è quello di permettere la correzione tridimensionale senza dover modificare il costruito<sup>11</sup>.

Scopo del presente studio è quello di valutare i risultati del FEC e del FEE nella correzione delle DCPC.

## Materiali e metodi

### Pazienti

Sono stati valutati retrospettivamente i pazienti (Tab. I) con DCPC trattati dal 2007 al 2016 mediante FEC (gruppo A) e FEE (gruppo B) presso l'Unità di Ortopedia e Traumatologia dell'Istituto Giannina Gaslini di Genova per un totale di 7 piedi (5 pazienti) trattati con apparato di Ilizarov (Dial Medicali, Milano) con una mediana di follow up di 65 mesi (range 51-75) e 10 piedi con FEE True Lock Hexapod (TL-HEX, Orthofix, Bussolengo, VR) con una mediana di follow up di 13 mesi (range 11-25); tutti i casi trattati in entrambi i gruppi erano già stati trattati chirurgicamente (Tab. I). L'indicazione al trattamento chirurgico con fissatore esterno (FEC o FEE) è stata data in presenza di un piede non plantigrado e sintomatico a causa di una DCPC

**Tabella I.** Caratteristiche dei pazienti trattati.

#	Età	Sesso	Lato	Diagnosi	Interventi precedenti	LLRS Aim index
<b>Gruppo A</b>						
1	17	M	DX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	3
2	16	M	DX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	4
3	16	M	SX	Artrogriposi	RC, ATT	5
4	11	F	DX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	4
5	14	F	DX	Sindrome di Larsen	RC, ATT, AOA	5
6	15	F	SX	Sindrome di Larsen	RC, ATT, AOA	4
7	10	M	DX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	4
<b>Gruppo B</b>						
1	12	M	SX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	4
2	13	M	SX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	4
3	12	F	SX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	5
4	18	M	SX	Mielomeningocele	RC, ATT, AOA	8
5	18	M	SX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	6
6	14	M	SX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	5
7	15	F	DX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	4
8	14	F	SX	Mielomeningocele	RC, ATT, AOA	3
9	17	M	SX	Idiopatico	RC, ATT, AOA	5
10	13	M	SX	Artrogriposi	RC, ATT, AOA	4

RC: Release Capsulari; ATT: Allungamenti o Trasposizioni Tendinee; AOA: interventi sull'Apparato Osteo-Articolare; LLRS AIM INDEX: *Limb Lengthening and Reconstruction Society AIM Index*.

in cui erano presenti alterazioni osteo-articolari strutturate, con aumentato rischio di complicazioni vascolari in caso di correzione estemporanea e un piede di dimensioni già notevolmente ridotte, rispetto al controlaterale, a causa della malformazione e/o dei precedenti trattamenti. Controindicazioni al trattamento con fissatore esterno: mancata compliance al FE o deformità meno strutturate in assenza di aumentato rischio vascolare.

Tutti i pazienti inclusi nello studio sono in età di accrescimento poiché il Gaslini è un Ospedale esclusivamente pediatrico. Il fissatore esterno e le osteotomie sono state utilizzate in pazienti con età superiore ai 10 anni perché nei bambini più piccoli si preferiscono altre tecniche di correzione.

### **Tecnica chirurgica**

#### *Osteotomie*

Le osteotomie sono state eseguite, mediante osteotomo a paziente supino e sotto controllo ampliscopico, a V (calcagno e mesopiede) per la correzione delle deformità

del retro piede e avampiede o sovramalleolare per quelle dell'articolazione tibio-tarsica <sup>2 3 10</sup>.

L'osteotomia a V con apice plantare è stata eseguita attraverso un accesso chirurgico laterale al piede secondo Ollier, quella calcaneare a livello della tuberosità posteriore e quella distale attraverso il navicolare e il cuboide <sup>3</sup>. Le osteotomie sovramalleolari sono state, invece, realizzate mediante un accesso anteriore alla caviglia.

#### *Tempi chirurgici accessori*

Quando necessario sono stati eseguiti interventi accessori sui tessuti molli, come l'allungamento del tendine d'Achille o la fasciotomia plantare secondo Stendler oppure l'osteotomia prossimale di tibia per correggere vizi di rotazione o di lunghezza.

#### *Fissatore esterno di Ilizarov*

Il montaggio era formato da due anelli tibiali, da un semianello calcaneare e uno o due semianelli per l'avampiede <sup>10</sup>. Il semianello calcaneare e dell'avampiede sono stati

posizionati parallelamente all'asse maggiore del rispettivo segmento in modo tale da imitare la deformità e vengono fissati all'osso mediante fili con oliva, quest'ultima posizionata dal lato dove viene applicata la maggiore forza correttiva<sup>3 10</sup>.

La correzione è stata eseguita utilizzando l'anello tibiale distale come punto fisso e collegando con appositi motori, snodi e cerniere rispettivamente il semianello calcaneare e il semianello dell'avampiede seguendo i principi descritti da Ilizarov<sup>12</sup>, Kirienko et al.<sup>10</sup> e altri Autori<sup>1 3 13</sup>.

### **Fissatore esterno esapodalico**

#### *Software*

Il software richiede l'inserimento dei *Deformity Parameters* (DP) che descrivono la deformità, la quale viene suddivisa nei sei piani dello spazio (varo/valgo, intra/extra rotazione, eventuali dismetrie), e i *Mounting Parameters* (MP) relativi al montaggio.

L'intervento chirurgico veniva preceduto da un planning pre-operatorio di studio della deformità seguita dall'inserimento dei DP e dei MP pre-operatori, ovvero la dimensione degli anelli e la posizione ideale decisa dal chirurgo, attraverso i quali il software calcola la lunghezza degli *struts* e crea un pre-montaggio.

Al termine dell'intervento chirurgico venivano inseriti i MP relativi al montaggio realmente eseguito ovvero la distanza tra l'osteotomia e il *reference ring*, la lunghezza degli *struts* e l'inclinazione degli anelli rispetto al segmento osseo di riferimento.

Poiché il software di gestione del TL-HEX non prevedeva una utility dedicata al piede, questo veniva descritto come un arto inferiore (la tibia per l'avampiede e il femore per il retropiede) e le deformità angolari sono state descritte come varo/valgo, la supinazione e la pronazione rispettivamente come intra ed extra rotazione mentre il cavo come procurvato.

#### *Montaggio*

Il montaggio del FEE era costituito da un anello di riferimento centrale (*reference ring*) unito, mediante 6 struts, a un *moving ring* prossimale per la correzione del calcagno e a un *moving ring* distale per la correzione dell'avampiede (Fig. 1).

Prima di iniziare l'intervento chirurgico si assembla il montaggio del FEE seguendo il planning. Il montaggio inizia fissando l'anello tibiale (con due fili incrociati tensionati e una vite da 5 mm) unito mediante *rapid struts* bloccati al *reference ring* solidarizzato all'astragalo (mediante una vite da 4 o 5 mm). I *moving rings* vengono successivamente solidarizzati rispettivamente al calcagno mediante due viti da 4 mm e ai metatarsi mediante due fili tensionati (90N)

con o senza oliva e una vite da 4 mm sul I metatarso. Al fine di evitare un *impingement* tra il montaggio e il piede vengono utilizzati anelli di diametro grande. Per ridurre la distanza tra l'anello e l'osso si utilizzano anelli più piccoli fissati allo scheletro e disposti concentricamente e solidarizzati agli anelli del sistema esapodalico.

#### *Gestione post-operatoria*

Il paziente veniva seguito dal Team Ortopedico dedicato e dal servizio di Terapia del Dolore Acuto e Procedurale fino al termine della fase della correzione e rimaneva ricoverato almeno fino all'inizio del programma di correzione (tra la terza e la quinta giornata post operatoria) e in base al controllo del dolore e alle condizioni locali e generali.

In tutti i pazienti è stata eseguita una radiografia a una settimana dall'inizio della correzione per verificare che le osteotomie fossero diastosate mentre i controlli ambulatoriali venivano programmati ogni due settimane o più frequentemente in caso di necessità. La gestione domiciliare prevedeva il divieto di carico sull'arto operato durante tutto il periodo di applicazione del fissatore esterno e veniva prescritta una correzione alla velocità di circa un grado o un millimetro al giorno. Ad ogni controllo la valutazione della correzione è stata prevalentemente clinica data la sovrapposizione delle componenti metalliche del fissatore esterno sulle parti scheletriche alle radiografie.

La rimozione del fissatore esterno, eseguita in sedazione in sala operatoria, veniva seguita dall'applicazione di uno stivaletto gessato senza carico per un mese, rinnovato per ulteriori trenta giorni con carico progressivo.

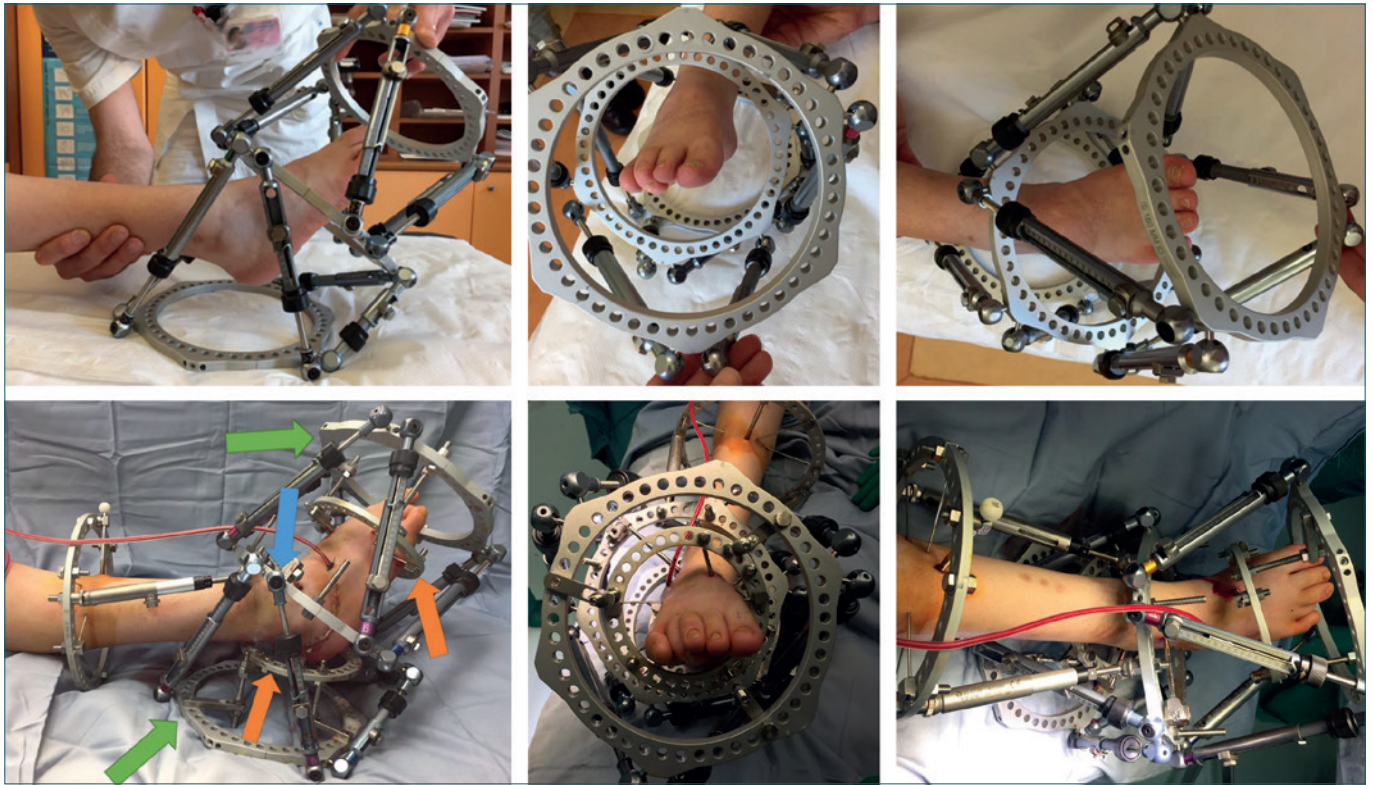
#### *Parametri di valutazione*

La complessità iniziale della deformità dell'arto è stata descritta secondo il *Limb Lengthening and Reconstruction Society AIM index* (LLRS AIM Index)<sup>14 15</sup>.

I risultati clinici sono stati valutati secondo l'*American Orthopaedic Foot and Ankle Score* (AOFAS) e il *The Manchester-Oxford Foot Questionnaire* (MOXFQ)<sup>16 17</sup>.

L'outcome finale è stato classificato in buono, discreto e scarso secondo i criteri indicati da Paley<sup>2</sup> e Ferreira<sup>18</sup>: dolore (VAS < 2), piede plantigrado, assenza di recidiva e soddisfazione da parte del paziente. Quando tutti questi criteri sono ottemperati il risultato viene classificato come buono, quando tre parametri vengono soddisfatti il risultato viene indicato come discreto e quando solo due o meno elementi vengono rispettati il risultato viene valutato come scarso.

La guarigione ossea e dei tessuti molli sono stati valutati e classificati mediante l'*Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov* (ASAMI) bone score<sup>14 15</sup>. Sono stati, inoltre, valutati i tempi di latenza, di correzione, di consolidazione e di mantenimento del fissatore esterno.



**Figura 1.** Montaggio standard. L'anello tibiale è collegato mediante rapid struts bloccati al reference ring (freccia blu) il quale è unito a ciascun moving ring (freccie verdi) mediante 6 struts micrometrici. Per ridurre la distanza tra il montaggio e il piede vengono utilizzati anelli di raccordo solidali ai moving ring (freccie arancioni).

Le complicanze sono state differenziate secondo Paley in base alla gravità in problemi (non richiedono un intervento chirurgico per essere risolti), ostacoli (richiedono un intervento chirurgico ma non compromettono il risultato finale) e complicanze (compromettono il risultato finale)<sup>19</sup>.

#### Metodi statistici

I dati sono stati espressi come media e deviazione standard (SD), mediana e range per le variabili continue, e come frequenze assolute e relative per le variabili categoriche.

È stato considerato statisticamente significativo un p-value inferiore a 0,05 e tutti i p-value sono stati calcolati utilizzando tests a due code.

L'analisi statistica è stata condotta utilizzando il sistema SPSS di Windows (SPSS Inc, Chicago, Illinois USA).

Non è stato possibile eseguire un confronto statistico tra i risultati dei due gruppi dal momento che presentavano un'età al momento della rivalutazione e un follow up diversi (il FEC è stato utilizzato prima dell'introduzione nel 2014 del più moderno FEE) con la possibilità di avere dei bias.

## Risultati

L'età mediana al momento del trattamento è stata di 15 anni (10-17 anni) nel gruppo A e di 14 anni (12-8 anni) nel gruppo B.

L'ASAMI bone score ha mostrato 5 risultati (71,4%) ottimi, 1 (14,3%) buono per infezione e 1 (14,3%) risultato discreto (per infezione e deformità) nel gruppo A; 7 (6,67%) risultati ottimi e 3 (3,33%) buoni risultati (1 infezione e gli altri due per deformità residua) nel gruppo B.

Nel gruppo A la media del tempo di latenza (TL) è risultata di  $4,14 \pm 1,21$  giorni, quella del tempo di distrazione (TD) di  $53,86 \pm 16,91$  giorni e quella del tempo di consolidazione (TC) di  $96,71 \pm 38,47$  giorni con una media del tempo totale di fissatore esterno (TF) di  $150,57 \pm 41,63$  giorni mentre nel gruppo B la media del TL è risultata di  $5,00 \pm 1,49$ , quella del TD di  $57,50 \pm 19,78$ , quella del TC di  $61,30 \pm 36,57$  giorni e quella del TF di  $118,80 \pm 36,39$ .

In 5 casi (71,4%) del gruppo A il risultato ottenuto è stato classificato come buono, 1 caso (14,3%) discreto (per persistenza del dolore), e 1 caso (14,3%) il risultato è stato valutato come scarso per recidiva delle deformità e della

Tabella II. Dati del trattamento.

#	Osteotomia	Tempi accessori	TL	TD	TC	TF	Risultato	Complicanze	Follow up
<b>Gruppo A</b>									
1A	V	Nessuno	5	21	132	153	Buono	Nessuna	75
2A	V	ATC	5	67	128	195	Discreto	S.L. astragalo (0)	69
3A	V	Nessuno	4	48	104	152	Buono	Necrosi IV dito (0)	73
4A	V	FP + ATC	3	58	76	134	Buono	Nessuna	62
5A	V	ATD	3	53	47	100	Buono	SLMF (0)	65
6A	V	Nessuno	3	74	138	212	Discreto	IS (P)	51
7A	V	Nessuno	6	56	52	108	Scarso	Nessuna	61
<b>Gruppo B</b>									
1B	V	Nessuno	6	62	80	142	Buono	SLMF (0)	25
2B	V	Nessuno	3	72	61	133	Scarso	Nessuna	15
3B	SV + A	AT	6	42	127	169	Buono	Nessuna	14
4B	V	CIT + ATC	6	52	122	174	Buono	R.C.T. (0)	13
5B	V	ATC	5	86	38	124	Discreto	SLMF (0)	12
6B	V	Nessuno	6	78	30	108	Discreto	Nessuna	13
7B	V	Nessuno	5	74	33	107	Buono	FD (P)	13
8B	V	ATD	3	47	36	83	Scarso	Nessuna	12
9B	V	Nessuno	7	32	38	70	Buono	Nessuna	11
10B	V	Nessuno	3	30	48	78	Buono	Nessuna	24

ATA: allungamento tendine d'Achille; FP: Fasciotomia Plantare; ATD: Artrodesi Temporanea delle Dita; AT: Allungamento Tibiale; CIT: Correzione Intratorzione Tibiale; TL: Tempo di Latenza (in giorni); TD: Tempo di Distrazione (in giorni); TC: Tempo di Consolidazione (in giorni); TF: Tempo in Fissatore esterno (in giorni); SL: Sub Lussazione; A: Astragalo; MF: articolazioni Metatarso Falangee; RCT: Ritardo di Consolidazione Tibiale; FD: Flessione delle Dita; O: ostacolo; P: problema. Follow up (mesi).

sintomatologia che ha richiesto un'artrodesi della sottoastragalica e della Chopart.

Nel gruppo B è stato raggiunto un piede plantigrado in 8 pazienti (80%) mentre 2 pazienti (20%) hanno avuto una recidiva della deformità dopo circa due mesi dalla fine del trattamento che ha richiesto un'artrodesi sottoastragalica e mediotarsica ottenendo un risultato scarso.

Sei pazienti (75%) degli 8 in cui è stato raggiunto un piede plantigrado hanno riportato un miglioramento della sintomatologia dolorosa ottenendo quindi un risultato buono mentre 2 (25%) hanno manifestato una persistenza della sintomatologia dolorosa, raggiungendo un risultato discreto.

Sia l'AOFAS che il MOXFQ (Tab. III) hanno mostrato un miglioramento statisticamente significativo in entrambi i gruppi.

### Complicanze

Sia nel gruppo A che nel gruppo B abbiamo avuto 3 ostacoli (di cui uno del gruppo B dipendente da un tem-

po accessorio) e 1 problema (Tab. II). In particolare nel gruppo A gli ostacoli sono stati rappresentati in un caso dalla sub-lussazione dell'astragalo (trattata con la modifica del montaggio), in un paziente dalla necrosi del IV dito (che ha richiesto l'amputazione a livello dell'articolazione metatarso-falangea) e una sub-lussazione delle articolazioni metatarso-falangee trattata mediante tenotomia dei flessori delle dita e artrodesi temporanea con fili di Kirschner al momento della rimozione del fissatore esterno. Nel gruppo B gli ostacoli sono stati rappresentati in due casi dalla sub-lussazione delle articolazioni metatarso-falangee (trattate come descritto per il gruppo A) mentre in un caso si è registrato un ritardo di consolidazione (non strettamente legato alla correzione della deformità del piede ma a quella di una contemporanea intra-torsione tibiale) che ha richiesto un innesto di osseo autologo da cresta iliaca. Il problema nel gruppo B era rappresentato da una flessione delle dita del piede che ha richiesto un ciclo di fisioterapia dopo la rimozione del frame.

**Tabella III.** Risultati degli score clinici.

	Gruppo A		p-value	Gruppo B		p-value
	N=7			N=10		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	
AOFAS x ±SD	31,4 ± 12,2	74 ± 15,1	0,02	33,9 ± 21,2	67,2 ± 15,1	0,005
MOXFQ Cammino x ± SD	91,8 ± 5,3	26 ± 26,3	0,02	71,7 ± 26,4	42,5 ± 28,4	0,02
MOXFQ Dolore x ± SD	32,9 ± 18,4	13,6 ± 20,8	0,02	47,5 ± 20	26 ± 25,4	0,04
Median (range)						
MOXFQ Sociale x ± SD	73,2 ± 14,7	19,6 ± 14,6	0,02	58,7 ± 27,3	27,2 ± 25,2	0,03
MOXFQ Summary x ± SD	68,7 ± 10	19,6 ± 21,7	0,02	60,6 ± 23,3	33 ± 25,2	0,02

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Score; MOXFQ: Manchester Oxford Foot Questionnaire.

## Discussione

Il FEC, e i più moderni FEE, hanno dimostrato un'efficacia sovrapponibile nel correggere le deformità portando alla remissione della sintomatologia clinica in una soddisfacente percentuale dei pazienti trattati<sup>2,3,9,18,20-22</sup>.

Il vantaggio dell'utilizzo dei FEE sta nel fatto che non necessitano di modifiche del costrutto in corso di trattamento<sup>11</sup>. Con il FEC era infatti necessario correggere una singola deformità per volta e al termine della correzione si doveva cambiare il punto degli snodi per correggere la successiva. Questo comportava fastidio per il paziente e utilizzo di risorse da parte della struttura. Questi vantaggi sono stati riportati anche in un recente studio sui risultati dei pazienti trattati presso il nostro centro per deformità complesse degli arti con fissatore esterno esapodalico<sup>23</sup>. Per quanto riguarda il FEC, Ferreira et al.<sup>18</sup> in uno studio condotto su trentotto piedi affetti da PTC mai trattato in precedenza hanno mostrato buoni risultati in trenta piedi, discreti in tre e scarsi in 5 piedi trattati.

Per quanto riguarda il sistema esapodalico, Floerkemeier et al.<sup>5</sup> in uno studio condotto su 9 pazienti di età pediatrica e giovani adulti hanno riportato 8 casi classificati come buoni e un piede classificato come scarso mentre Waizy et al.<sup>9</sup> in uno studio condotto in 8 pazienti hanno riportato un risultato buono in 7 pazienti e un risultato scarso.

Le complicanze emerse nei casi da noi trattati sono simili a quelle riportate in letteratura, e sono sovrapponibili tra i 2 gruppi. In accordo con Eidelman et al.<sup>21</sup>, una delle complicanze più frequenti è la sub-lussazione articolare in particolare delle articolazioni tibio tarsica e metatarso-falangee. Nel primo caso riteniamo fondamentale rendere solido l'astragalo alla tibia fissandolo al reference ring. Riguardo all'instabilità delle articolazioni metatarso-falangee Waizy et al.<sup>9</sup> consigliano un'artrodesi temporanea al momento dell'applicazione del fissatore esterno. Dato che

questa complicanza in alcuni casi tende a risolversi senza necessità di correzione chirurgica al termine della correzione la nostra strategia è quella di intervenire mediante tenotomia dei flessori e artrodesi temporanea con fili di Kirschner solo nel caso di lussazione franca o di sub-lussazione non correggibile<sup>1,18</sup>.

Il fissatore esterno, circolare ed esapodalico, è uno strumento efficace per ottenere un piede plantigrado anche se non sempre associato a una completa remissione del dolore. L'utilizzo del fissatore esterno non impedisce, se necessario, l'esecuzione di ulteriori trattamenti chirurgici, come le artrodesi, ma piuttosto consente di avere un piede di dimensioni vicine alla normalità su cui operare. Prima di intraprendere il trattamento il paziente deve essere informato sui tempi più lunghi rispetto alle metodiche one step.

## Conclusioni

Secondo il nostro parere l'esapodalico andrebbe preferito al fissatore esterno circolare "classico" dal momento che semplifica l'ideazione del montaggio e la gestione post-operatoria della correzione, sia dal punto di vista del chirurgo che del paziente. Riteniamo inoltre che vada utilizzato come soluzione di salvataggio per casi particolarmente complessi e che, richiedendo una notevole esperienza con i fissatori esterni, sia un trattamento da eseguire presso centri specializzati.

## Bibliografia

- 1 Kocaoğlu M, Eralp L, Atalar AC, et al. Correction of complex foot deformities using the Ilizarov external fixator. J Foot Ankle Surg 2002;41:30-9.
- 2 Paley D. The correction of complex foot deformities using Ilizarov's distraction osteotomies. Clin Orthop Relat Res 1993;97-111.

- 3 Shalaby H, Hefny H. *Correction of complex foot deformities using the V-osteotomy and the Ilizarov technique*. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2007;2:21-30.
- 4 Ganger R, Radler C, Handlbauer A, et al. *External fixation in clubfoot treatment - a review of the literature*. *J Pediatr Orthop B* 2012;21:52-8.
- 5 Floerkemeier T, Stukenborg-Colsman C, Windhagen H, et al. *Correction of severe foot deformities using the Taylor spatial frame*. *Foot ankle Int* 2011;32:176-82.
- 6 Uglow MG, Kurup HV. *Residual clubfoot in children*. *Foot Ankle Clin* 2010;15:245-64.
- 7 Khanfour AA. *Ilizarov techniques with limited adjunctive surgical procedures for the treatment of preadolescent recurrent or neglected clubfeet*. *J Pediatr Orthop B* 2013;22:240-8.
- 8 Slomka R. *Complications of ring fixators in the foot and ankle*. *Clin Orthop Relat Res* 2001;115-22.
- 9 Waizy H, Windhagen H, Stukenborg-Colsman C, et al. *Taylor spatial frame in severe foot deformities using double osteotomy: technical approach and primary results*. *Int Orthop* 2011;35:1489-95.
- 10 Kirienko A, Villa A, Calhoun JH. *Ilizarov technique for complex foot and ankle deformities*. New York: Marcel Dekker 2004.
- 11 Takata M, Vilensky V, Tsuchiya H, et al. *Foot deformity correction with hexapod external fixator, the Ortho-SUV Frame™*. *J Foot Ankle Surg* 2013;52:324-30.
- 12 Ilizarov GA. *Transosseous osteosynthesis: theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue*. Berlin: Springer-Verlag 1992.
- 13 Catagni MA, Guerreschi F, Manzotti A, et al. *Treatment of foot deformities using the Ilizarov method*. *Foot Ankle Surg* 2000;6:207-37.
- 14 Paley D, Catagni MA, Argnani F, et al. *Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss*. *Clin Orthop Relat Res* 1989;146-65.
- 15 Shahid M, Hussain A, Bridgeman P, et al. *Clinical outcomes of the Ilizarov method after an infected tibial non union*. *Arch trauma Res* 2013;2:71-5.
- 16 Morley D, Jenkinson C, Doll H, et al. *The Manchester-Oxford Foot Questionnaire (MOXFQ): development and validation of a summary index score*. *Bone Joint Res* 2013;2:66-9.
- 17 Marinozzi A, Martinelli N, Panasci M, et al. *Italian translation of the Manchester-Oxford Foot Questionnaire, with re-assessment of reliability and validity*. *Qual Life Res* 2009;18:923-7.
- 18 Ferreira RC, Costo M, Frizzo T, et al. *Correction of neglected clubfoot using the Ilizarov external fixator*. *Foot Ankle Int* 2006;27:266-73.
- 19 Paley D. *Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique*. *Clin Orthop Relat Res* 1990;81-104.
- 20 Eidelman M, Katzman A. *Treatment of arthrogryptic foot deformities with the Taylor Spatial Frame*. *J Pediatr Orthop* 2011;31:429-34.
- 21 Eidelman M, Katzman A. *Treatment of complex foot deformities in children with the Taylor spatial frame*. *Orthopedics* 2008 pii: orthosupersite.com/view.asp?rID=31514.
- 22 Eidelman M, Keren Y, Katzman A. *Correction of residual clubfoot deformities in older children using the Taylor spatial butt frame and midfoot Gigli saw osteotomy*. *J Pediatr Orthop* 2012;32:527-33.
- 23 Mannino S, Boero S, Riganti S, et al. *Trattamento delle deformità complesse degli arti con fissatore esterno esapodalico TL-HEX: analisi dell'osteogenesi per distrazione e risultati clinici*. *Giot* 2015;41:56-65.

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.