



Roberta Antonella La China<sup>1</sup> (foto)  
Daniele Santoro<sup>2</sup>  
Bruno Battiston<sup>2</sup>  
Michele D'Arienzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Clinica Ortopedica e Traumatologica Policlinico "P. Giaccone", Università degli Studi di Palermo; <sup>2</sup> SC di Traumatologia muscolo-scheletrica, CTO - Città della salute e della Scienza di Torino

## Il fissatore esterno come trattamento d'urgenza e/o definitivo nelle fratture diafisarie di tibia

*External fixation as a primary or a definitive treatment for tibial diaphyseal fractures*

### Riassunto

**Obiettivi.** Le fratture della tibia sono traumi di difficile gestione poiché, a causa delle particolarità anatomiche, come l'apporto ematico e la scarsa copertura dei tessuti molli, spesso si associano a esposizione ossea (frattura esposta) come anche a vistosi segni clinici di compromissione dei tessuti perilesionali (ematoma, edema, flittene) che possono predisporre verso l'insorgenza di complicanze precoci e tardive. Gli obiettivi del trattamento delle fratture diafisarie prevedono il ripristino della lunghezza, dell'allineamento e della rotazione. Lo scopo dello studio è quello di valutare i risultati preliminari dell'utilizzo del fissatore esterno assiale monolaterale (FEA) sia come dispositivo d'urgenza che come impianto definitivo nelle fratture diafisarie di tibia.

**Metodi.** Abbiamo analizzato con studio retrospettivo su 41 pazienti con fratture diafisarie di tibia trattate, dal gennaio 2008 al dicembre 2015, con FEA. Il FEA è stato applicato in tutti i casi di frattura diafisaria di gamba, chiusa o esposta. Si trattava di 33 uomini e 8 donne con età media di 40 anni. Tutti i pazienti sono stati trattati chirurgicamente da un solo operatore. Secondo la classificazione AO/OTA, abbiamo avuto 14 fratture tipo A, 26 fratture tipo B e 1 sola frattura tipo C. Delle 41 fratture esaminate, ben 11 erano fratture esposte (8 grado GI; 2 grado GII e 1 grado GIIIa in accordo con la classificazione di Gustilo-Anderson); 3 pazienti presentavano una frattura isolata di diafisi di tibia con perone integro. Il pieno carico assiale, con grano del corpo del fissatore bloccato, è stato concesso dalla seconda giornata post-operatoria; il divieto di carico è stato prescritto ai pazienti con fratture ritenute instabili. Controlli clinici e/o radiografici sono stati effettuati ai 15-45-90 gg e ai successi 4 e 5 mesi. La dinamizzazione non è mai avvenuta prima delle 6/8 settimane dalla sintesi.

**Risultati.** Dei 41 pazienti con fratture di gamba, chiuse ed esposte, trattate con FEA, 3 sono stati persi durante il follow-up poiché non si sono più sottoposti ai controlli periodici ambulatoriali. Dei restanti pazienti, 30 sono giunti a consolidazione; 7 sono guariti dopo re-intervento (1-ritardo di consolidazione; 3-scomposizioni secondarie; 3- reazioni dei trami delle viti). In un solo caso abbiamo ottenuto un fallimento.

**Conclusioni.** In accordo con la letteratura, il FEA rappresenta una valida alternativa nel trattamento delle fratture della diafisi tibiale. Numerosi sono i vantaggi nell'applicazione di questa tecnica, come la relativa facilità nella riduzione e della stabilizzazione della frattura, pertanto, può essere utilizzato con successo nel Damage Control Orthopaedics (DCO). Inoltre, tale dispositivo non lascia mezzi di sintesi in situ dopo l'avvenuta guarigione della frattura; durante i controlli è possibile agire sul processo di consolidazione della frattura e in seguito a eventuale scomposizione secondaria, si possono correggere la rotazione e l'asse dell'arto, senza sostituire il dispositivo. Dai risultati ottenuti, possiamo affermare che il FEA può essere proposto come approccio d'urgenza e definitivo nel trattamento delle fratture di tibia.

**Parole chiave:** fissazione esterna, stabilizzazione, trattamento definitivo, frattura gamba

### Summary

**Objectives.** The tibial fractures are traumas difficult to manage because, due to the anatomical peculiarities, such as the blood supply and poor coverage of soft tissue, often they are the

Indirizzo per la corrispondenza:

Roberta A. La China

corso Calatafimi, 137

90129 Palermo

E-mail: [robertalachina@email.it](mailto:robertalachina@email.it)

open fractures, furthermore they show clinical signs of skin problems (hematoma, edema) that predispose to the occurrence of early and late complications. The objectives of the treatment of diaphyseal fractures involve the restoration of length, alignment and rotation. The aim of the study is to evaluate the preliminary results of use of the external axial fixator unilateral (FEA) as emergency device as definitive implant in diaphyseal fractures of the tibia.

**Methods.** We analyzed, with a retrospective study, 41 patients with diaphyseal tibial fractures of treated, from January 2008 to December 2015, with FEA. The FEA was applied in all cases of diaphyseal fracture of leg, closed or open. It was 33 men and 8 women with a mean age of 40 years. All patients were treated surgically by a single operator. According to the AO classification / OTA, we had 14 fractures type A, 26 type B fractures and 1 single fracture type C. Of the 41 examined fractures, as many as 11 were open fractures (8 degree I, II and 2 degree 1 degree IIIa according the classification of Gustilo-Anderson); 3 patients had an isolated fracture of the tibia with the fibula diaphysis intact. The full loading, with the body of the external fixation locked, has been encouraged from the second post-operative day. Clinical and radiographic controls (RX 4P) were made to the 15-45-90 days and successes 4:05 months. Axial dynamization was allowed 6/8 weeks after synthesis.

**Results.** In the 41 patients examined, 3 were lost to follow-up; 3 were lost to follow-up. In the remaining patients, 30 have come healing; 7 were reoperated but they have healing anyway after re-operation (1 - nonunion; 3 - secondary scomposition; 3- pins infection). In one case we got a failure.

**Conclusions.** According to the literature, the FEA is a valid alternative in the treatment of tibial shaft fractures. There are numerous advantages: the relative ease in the reduction and stabilization of the fracture, therefore, can be successfully used in DCO (Damage Control Orthopaedics). Moreover, this device does not leave nothing after successful fracture healing; during the controls it is possible to act on the process of consolidation of the fracture and following eventual secondary scomposition, it was possible to correct the rotation and the axis of the limb, without replacing the device. From the results obtained, we can affirm that the FEA can be proposed as good emergency and definitive approach in the treatment of tibial fractures.

**Key words:** external fixation, stabilization, definitive treatment, tibial fracture

## Introduzione

Per frattura diafisaria di gamba si intende la lesione contemporanea della tibia e del perone nel loro tratto diafisario anche se, meno propriamente, vengono dette fratture di gamba anche le fratture isolate della diafisi tibiale. Sono le più frequenti fratture delle ossa lunghe, in particolare nei giovani maschi e nei bambini. Possono conseguire a traumi diretti o indiretti, a bassa energia (solitamente chiuse) o ad alta energia (frequentemente esposte); tuttavia, man mano che i pazienti invecchiano ci potremo aspettare un aumento di questo tipo di lesioni secondarie a osteoporosi<sup>1</sup>.

Poiché la porzione antero-mediale della tibia non ha copertura muscolare e si trova direttamente al di sotto della cute, queste fratture sono spesso associate a esposizione ossea (*fratture esposte*), condizione che incide in maniera determinante sulla prognosi.

Il trattamento è finalizzato al ripristino di asse, lunghezza e rotazione con il minimo trauma chirurgico addizionale e a ottenere la stabilità sufficiente per la ripresa funzionale precoce. L'estrema variabilità della morfologia delle fratture e del coinvolgimento delle parti molli richiede di adeguare e personalizzare le scelte terapeutiche<sup>2,3</sup>. Inoltre, queste fratture comportano costi sociali elevati per il sopraggiungere di molteplici complicazioni (malconsolidazioni, pseudoartrosi, infezioni) e costituiscono un problema complesso per il moderno traumatologo, in quanto

richiedono conoscenza e padronanza delle possibili opzioni di trattamento<sup>4</sup>. Dalla letteratura si evince come vi siano pareri discordanti circa le modalità di trattamento definitivo, considerando l'inchiodamento endomidollare il gold standard per il trattamento di quelle fratture diafisarie chiuse che non si associano ad ampie lesioni dei tessuti molli, mentre il fissatore esterno (FE) conserva la sua principale indicazione nelle fratture esposte e può essere inteso come presidio provvisorio di stabilizzazione mininvasiva in urgenza nell'ambito del DCO. Rimane tuttavia ancora controverso il trattamento delle fatture chiuse con compromissione dei tessuti molli, condizione che predispone verso l'insorgenza di complicazioni, e delle fratture esposte, che stabilizzate in urgenza con FE, necessitano di un successivo trattamento definitivo. Ancora, nel paziente politraumatizzato o polifratturato la scelta di trattamento, che va commisurato in relazione alla tipologia di frattura e dello stato locale e sistemico, non è stato chiarito<sup>5-7</sup>.

## Materiali e metodi

Abbiamo condotto uno studio retrospettivo su 41 pazienti con fratture diafisarie di tibia trattate, tra il gennaio 2008 e il dicembre 2015, con fissatore esterno monoassiale (FEA), tipo ProCallus, presso la S.C. di Traumatologia muscoloscheletrica dell'ospedale CTO di Torino. Si trattava di 33 uomini e 8 donne con età media di 40 anni (età compresa

14-90 anni). Il FEA è stato applicato in tutti i casi di frattura diafisaria di gamba, chiusa o esposta, e tutti i pazienti sono stati trattati in urgenza chirurgicamente da un solo operatore <sup>7</sup>. In accordo con la classificazione AO/OTA <sup>8</sup>, dei casi esaminati 14 erano fratture tipo A, 26 fratture tipo B e 1 sola frattura tipo C (Tab. I); delle 41 fratture esaminate, ben 11 erano fratture esposte e sono state classificate in accordo con la classificazione di Gustilo-Anderson <sup>9</sup>: 8 grado GI; 2 grado GII e 1 grado GIIIa.

Tre pazienti presentavano una frattura isolata di diafisi di tibia con perone integro. Tutti i pazienti sono stati valutati, nel tempo preoperatorio, sia clinicamente che con radiogramma nelle due proiezioni ortogonali standard che includeva ginocchio e caviglia. Nel caso delle fratture esposte, abbiamo somministrato come profilassi antibiotica Amoxicillina-Ac.clavulanico 2g ev x3/nelle 24 ore e proseguita fino a 5 giorni per le fratture GII e GIII. Nel caso di grave contaminazione, abbiamo eseguito in sala operatoria il tampone del sito di esposizione e il successivo esame colturale con antibiogramma (per la scelta dell'antibiotico-terapia specifica); abbondanti lavaggi con soluzione fisiologica e debridement della ferita ed eventuale chiusura per prima intenzione, ove possibile, senza tensioni cutanee <sup>10</sup>. Il dispositivo di fissazione esterna da noi utilizzato è il fissatore esterno assiale monolaterale ProCallus (Orthofix srl, Bussolengo, Italia) con attacchi modulari. Si tratta di un fissatore assiale monolaterale costituito da un corpo telescopico scorrevole (composto a sua volta da due parti in grado di scivolare in direzione assiale una dentro l'altra) connesso ai morsetti, dotati di cinque sedi per viti, con snodo sferico che permettono l'articolazione con il corpo del fissatore e anche il raggiungimento della riduzione finale della frattura successivamente all'applicazione. I due componenti del corpo vengono bloccati l'uno all'altro serrando il grano di bloccaggio del corpo centrale con l'apposita chiave Allen, in modo da formare una singola unità rigida dopo l'applicazione iniziale e tale situazione è stata mantenuta sino al momento in cui abbiamo deciso di "dinamizzare" la frattura; mentre gli eccentrici vengono bloccati definitivamente con la chiave dinamometrica: il bloccaggio finale dell'eccentrico va sempre eseguito con l'apposita chiave dinamometrica da girare soltanto in senso orario, per convenzione. L'emissione del caratteristico scatto (clic) indicherà la coppia corretta di serraggio <sup>11</sup>. Abbiamo posizionato il fissatore ad almeno 2 cm dalla cute poiché bisogna tenere presente l'eventuale tumefazione post-operatoria e la pulizia delle sedi delle viti. Abbiamo utilizzato il fissatore ProCallus con due morsetti retti impiantanti mediante tre viti, tipo X-caliber HA con diametro di 6 mm, per morsetto per le fratture diafisarie; in quei casi in cui la rima di frattura composta sembrava estendersi alla metafisi, si è optato per l'utilizzo del morsetto metafi-

**Tabella I.** Suddivisione delle fratture diafisarie di tibia secondo la classificazione OA/OTA.

Classificazione AO/OTA	Tipo A 14	Tipo B 26	Tipo C 1
Sottotipo 1	A1 4	B1 6	C1 —
Sottotipo 2	A2 4	B2 9	C2 1
Sottotipo 3	A3 6	B3 11	C3 —

sario a T con due viti X-Caliber HA nella branca orizzontale e una o due viti in quella verticale (a garanzia della stabilità dell'impianto) <sup>12-15</sup>. Nella nostra tecnica, non abbiamo ricercato la riduzione della frattura durante l'applicazione delle viti, bensì applichiamo il fissatore esterno seguendo il "concetto della predeformità", ovvero non considerando la morfologia della specifica deformità post-traumatica (varo-valgo, procurato-recurvato, intrarotazione-extrarotazione) e il decorso della rima di frattura; questo, al fine di sfruttare e non alterare le proprietà biomeccaniche del fissatore stesso (la complanarità delle viti garantisce una netta riduzione della forze di taglio agenti sulla rima di frattura). Al termine della procedura, raccomandiamo di avere cura che il corpo del fissatore si trovi parallelo all'asse lungo dell'osso per permettere la massima efficienza del sistema di fissazione stesso e ottenere la trasmissione assiale delle forze; e che tali forze, che entrano in gioco soprattutto durante la dinamizzazione, siano equamente distribuite sull'intera circonferenza del segmento d'osso <sup>12</sup>. La riduzione e la sintesi della frattura è stata realizzata a cielo chiuso, sotto controllo con amplificatore di brillantezza a eccezione di tre casi in cui si è reso necessario praticare dei mini-accessi cutanei per l'inserimento di una pinza tipo Codivilla-Weber per ottenere una riduzione soddisfacente, senza evacuazione dell'ematoma di frattura <sup>16 17</sup>. In cinque pazienti, poiché la chiusura degli snodi eccentrici con chiave dinamometrica non è avvenuta in maniera efficace, verosimilmente per usura delle superfici di attrito, abbiamo optato per l'impiego di un secondo corpo aggiuntivo e quindi chiusura di tutti gli snodi secondo tecnica; al momento dell'applicazione, inoltre, lo snodo micrometrico era sempre serrato <sup>18</sup>. I tramiti cutanei delle viti sono stati medicati nel post-operatorio con soluzione iodata e garze sterili in cotone; successivamente, i pazienti sono stati istruiti a effettuare la medicazione con soluzione acquosa a base di clorexidina al 0,5% e garze sterili, anche dopo la rimozione e fino a completa chiusura dei tramiti cutanei. Il pieno carico assiale, con grano del corpo del fissatore bloccato, è stato concesso dalla seconda giornata post-operatoria, in tutti i casi in cui la morfologia della frattura lo permetteva. A tutti i pazienti è stato indicato l'utilizzo del

presidio antiequinismo, da indossare, mediante l'interposizione di un piano di scarico (tipo ciabatta da bagno), la notte e quando l'arto veniva mantenuto in scarico venoso. Le visite di controllo si sono svolte presso l'ambulatorio di fissazione esterna dedicato. Nel primo controllo, a circa 15 giorni dalla data dell'intervento, sono state valutate clinicamente le condizioni loco-regionali cutanee e dei trami di vite, nonché i gradi di articolarietà del ginocchio e della caviglia. Nei controlli successivi, fissati ai 45 e ai 90 giorni, i pazienti hanno eseguito una radiografia in quattro proiezioni (AP, LL, due proiezioni oblique) della gamba che includeva il ginocchio e la caviglia per valutare l'evoluzione del callo osseo e per programmare eventuale compressione/dinamizzazione (Fig. 1). La dinamizzazione non è mai stata indicata prima delle 6/8 settimane dalla sintesi<sup>18</sup>. Durante i controlli sono state valutate, altresì, le eventuali deformità residue e la rotazione degli assi al fine di programmare eventuale precoce ricorrezione in sedazione. I controlli ai 4 e ai 5 mesi ci hanno permesso di valutare l'apposizione di callo osseo e di pianificare la rimozione del FEA previa esecuzione del test clinico di stabilità del focolaio di frattura. Una volta riscontrata evidenza clinica e radiologica della guarigione della frattura, il fissatore è stato rimosso. Per rimuovere il fissatore, devono essere soddisfatte tre condizioni (the "three-legged stool rule"):

- deve essere trascorso un tempo ragionevole dalla sintesi (> 90 giorni);
- le radiografie, eseguite nelle 4 proiezioni, devono mostrare una buona apposizione di callo osseo, in almeno tre proiezioni;
- il test clinico, effettuato senza corpo del fissatore, deve mostrare una buona stabilità del focolaio di frattura anche alle più vigorose manovre di sollecitazione<sup>19</sup>.

Ove vi erano dubbi sulla guarigione clinica e radiologica e a condizione che le vite erano ben tollerate, il paziente è stato invitato a deambulare senza corpo del fissatore ed è stato istruito sulla possibilità di ricollocare autonomamente, al domicilio, il corpo del FEA qualora fossero sorti problemi in relazione alla frattura. Il fissatore e le vite sono rimasti in sede in media 5 mesi (dalle 14 alle 29 settimane) e la rimozione è avvenuta in regime di Day Hospital, al fine di provvedere a una narcosi breve e superficiale.

## Risultati

Dei 41 pazienti con fratture di gamba, chiuse ed esposte, trattate con FEA, 3 sono stati persi durante il follow-up poiché non si sono più sottoposti ai controlli periodici ambulatoriali (i pazienti provenivano da stati esteri); dei restanti, 30 sono giunti a consolidazione (Fig. 2); 7 sono guariti dopo re-intervento: 1 caso di ritardo di consolidazione (il pz è stato sottoposto a intervento di resezione peroneale

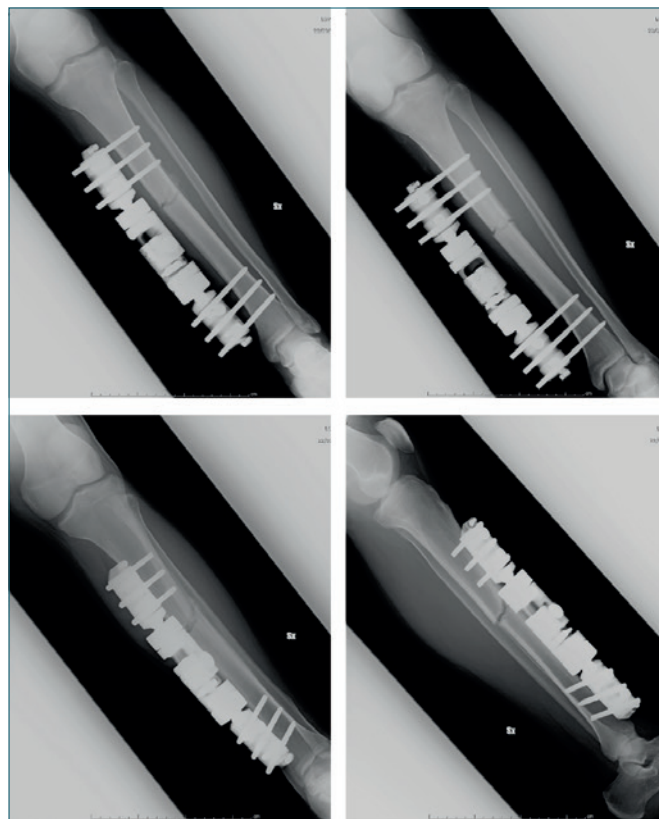


Figura 1. Rx di controllo in 4P ai 45 giorni dalla data dell'intervento.

per circa 2 cm, cruentazione del focolaio di frattura, iniezione locale di sangue midollare autologo prelevato da ala iliaca omolaterale); 3 casi di scomposizione secondarie (i pz sono stati sottoposti a intervento di correzione in sedazione della scomposizione medicante maniglioni autobloccanti); 3 casi di reazioni dei trami di vite, che sono



Figura 2. Rx di controllo a 7 mesi dal trauma: guarigione completa della frattura.



**Tabella II.** Tempo medio di consolidazione in settimane.

Consolidazione	Tempo di trattamento in settimane	
	Media	Mediana
Fratture esposte (n. 11)	20	20
Fratture chiuse (n. 30)	17	18

state rimosse in sala operatoria. In un solo caso abbiamo ottenuto un fallimento (il pz presentava una frattura GIIIIa, AO 42C3). Il tempo chirurgico medio è stato di 52 minuti (range 20'-130'), compresi i tempi, ove necessari, per l'irrigazione e il debridement dei tessuti molli. Per valutare i risultati ottenuti, sono stati usati cinque criteri (tempo di consolidazione, deformità residua, infezione dei trami di viti, scomposizione secondaria, fallimento).

#### Tempo di consolidazione

Il tempo medio di consolidazione (Tab. II) per le 11 fratture esposte è stato di 20 settimane (range 18-23 settimane; mediana 20); per le 30 fratture chiuse il tempo medio di consolidazione è stato di 17 settimane (range 14-44 settimane; mediana 18). In una frattura chiusa (AO 42.B3) si è osservato un ritardo di consolidazione per cui il paziente, a 27 settimane dal primo intervento, è stato sottoposto a un secondo trattamento chirurgico di resezione di circa 2 cm di perone, cruentazione del focolaio di frattura e iniezione locale di concentrato di sangue midollare autologo prelevato da cresta iliaca. Il paziente è guarito in 44 settimane.

#### Scomposizione secondaria

La perdita di riduzione è stata osservata in tre casi (1 frattura chiusa 42.B3; 2 fratture esposte entrambe G I, rispettivamente, 42.A3 e 42.B2) in un tempo medio di 16 giorni dopo la stabilizzazione iniziale (range 4-30 giorni) a causa di una perdita di stabilità del fissatore probabilmente legata a un non corretto funzionamento/serraggio del grano di bloccaggio del corpo del fissatore. In tutti i casi, la correzione della scomposizione secondaria è stata effettuata in anestesia generale senza necessità di sostituzione del FEA, che appariva stabile<sup>5 15-17</sup>. La consolidazione è avvenuta in un tempo medio di 20 settimane (range 19-24 settimane).

#### Infezione dei trami di viti

Le reazioni e le infezioni dei trami di viti cutanei delle viti sono stati classificati usando le indicazioni della *International Society of Fracture Repair*<sup>20</sup>.

In tre pazienti abbiamo osservato una reazione dei trami

delle viti che abbiamo classificato, in accordo con le indicazioni della International Society of Fracture Repair, come di grado 3.

Le viti sono state rimosse in sala operatoria e si è anche effettuato il debridement e il curettage del tramite osseo; non abbiamo ritenuto necessario posizionare una nuova vite, poiché l'impianto appariva stabile<sup>5 15 16</sup>.

#### Deformità residua

Il ripristino di asse, lunghezza e rotazione degli assi anatomici sono stati valutati sia clinicamente che radiograficamente. Nella tibia sono considerati accettabili una procurvazione o una recurvazione inferiori ai 10°; un varismo-valgismo inferiore a 5°; un difetto rotatorio inferiore ai 10°; un accorciamento inferiore a 1 cm. L'extrarotazione è generalmente meglio tollerata rispetto all'intrarotazione<sup>3</sup>. All'ultimo controllo ambulatoriale, tre pazienti con fratture chiuse presentavano una procurvazione pari o superiore ai 10°; nessuno presentava valori di varismo-valgismo considerati non accettabili (Tab. III).

#### Fallimento

In un solo caso di frattura esposta G IIIa, AO 42.C3, il trattamento con FEA ha condotto a fallimento. Dopo 7 settimane dal trauma, il paziente mostrava segni di ritardo di consolidazione. Quindi, è stato sottoposto a intervento chirurgico di resezione ossea, applicazione di fissatore esterno circolare predisposto per trasporto osseo, compattotomia e successiva osteogenesi distrazione graduale secondo Ilizarov.

## Discussioni

L'obiettivo del nostro studio è stato quello di esaminare i risultati, radiografici e clinici, del trattamento delle fratture di gamba, chiuse ed esposte, con FEA. Recentemente, vi

**Tabella III.** Deformità residua valutata clinicamente e radiograficamente.

Deformità Residua	Fratture esposte (n. 11)	Fratture chiuse (n. 30)
Varo $\geq 5^\circ$	—	— (3°)
Valgo $\geq 5^\circ$	— (2°; 2°)	— (3°; 2°)
Procurvato $\geq 10^\circ$	—	3 (11°; 11°; 10°)
Recurvato $\geq 10^\circ$	— (7°)	— (2°)

è stato un crescente interesse per il trattamento delle fratture esposte, anche tipo IIIb, con chiodo endomidollare, alesato e non<sup>7 21</sup>. In accordo con i concetti del DCO, noi riteniamo che l'inchiodamento endomidollare precoce aumenta il rischio di complicanze settiche, di pseudoartrosi e di disfunzioni polmonari. In caso di pazienti politraumatizzati, queste fratture devono essere stabilizzate precocemente, con un mezzo di sintesi, come il fissatore esterno, che garantisca una buona stabilità con bassa invasività e con il minimo insulto chirurgico, al fine di ridurre le perdite ematiche, stabilizzare il paziente e facilitare la gestione<sup>7 22</sup>. Nella nostra casistica, tutti i pazienti trattati in urgenza con FEA, per fratture tibiali esposte e non, sono giunti a guarigione senza necessità di sostituzione del dispositivo di stabilizzazione<sup>7 11 22</sup>. Recentemente, si è osservato un crescente interesse per la conversione del FE in chiodo endomidollare in quei pazienti politraumatizzati che presentano parametri stabili. Sfortunatamente, il rischio di infezioni e pseudoartrosi, quando si mette in atto questa strategia terapeutica, è ancora elevato e non appare ben definito l'identificazione di un tempo adeguato in cui convertire il fissatore esterno in chiodo, nonché la possibilità di effettuare la versione in un solo tempo chirurgico o in due fasi<sup>22</sup>. Alcuni autori forniscono buoni risultati (in termini di tempo di consolidazione e di rischio di infezioni) applicando la tecnica della conversione Fissatore esterno-Chiodo endomidollare in un solo tempo chirurgico e sostengono che il solo fattore che influenza la prognosi è il grado severo nella classificazione di Gustilo-Anderson<sup>23</sup>. Giannoudis e collaboratori, nella loro revisione sistematica di 96 fratture tibiali e femorali esposte che sono state trattate con fissazione esterna seguita da chiodo endomidollare alesato, la consolidazione è stata raggiunta nel 92% con un tempo medio di 38,5 settimane. Il tempo medio di conversione da fissatore esterno a chiodo alesato era 26 giorni, sempre dopo la completa guarigione dei tramiti delle viti. Nonostante questa sequenza, il tasso complessivo di infezione profonda è stata del 17%, con il 2,5% dei casi di sviluppo di osteomielite cronica<sup>22</sup>. Bhandari e collaboratori hanno effettuato un confronto indiretto tra queste due tecniche chirurgiche analizzando i diversi studi randomizzati prospettici che raffrontavano i dati ottenuti con la fissazione esterna rispetto al chiodo alesato e non. Essi hanno concluso che l'uso di chiodi alesati riduce in modo significativo il rischio di re-intervento, ma non quello di infezioni profonde o pseudoartrosi<sup>24</sup>. Dall'analisi dei risultati del nostro studio, provenienti da una casistica mono-operatore, abbiamo ottenuto un alto tasso di consolidazione della frattura senza necessità di re-intervento. Questo può essere spiegato sia dalla stabilità intrinseca del dispositivo che abbiamo utilizzato, il quale ci ha consentito di comprimere e/o dinamizzazione il focolaio di fratture per ottenere

la consolidazione, che dalla buona riduzione che è stata ricercata sin dal primo intervento, perché se questa non è soddisfacente vani saranno i tentativi di miglioramento con ulteriori re-interventi<sup>12-14 17-19</sup>. Helland, nel suo studio, ha notato che i tempi di guarigione erano significativamente più rapidi nei pazienti con riduzioni esatte rispetto a fratture che mostravano una traslazione maggiore di 2 mm<sup>25</sup>. La necessità di re-intervento, per scomposizione secondaria della frattura, probabilmente legata a un non corretto funzionamento/serraggio del grano di bloccaggio del corpo del fissatore, è stata necessaria solo in tre casi (7,3%). In considerazione delle caratteristiche del FEA, in questi casi è stato possibile effettuare una nuova riduzione sfruttando i gradi di movimento del fissatore (se allentato, lo snodo sferico del fissatore ProCallus consente un movimento di 36° in ogni direzione) senza che sia stata necessaria la sostituzione del mezzo di sintesi<sup>12</sup>; nel solo caso in cui abbiamo osservato un ritardo di consolidazione, la callificazione sufficiente è stata raggiunta in seguito a cruentazione del focolaio di frattura e innesto di osseo autologo, mantenendo il fissatore iniziale. Inoltre, il sistema è abbastanza stabile da consentire il carico precoce, permettendo micromovimenti assiali che stimolano la formazione del callo, senza generare significative sollecitazioni dinamiche all'interfaccia vite-osso (che andrebbero a determinare la perdita di tenuta delle viti e quindi il fallimento dell'impianto). Per le fratture tipo A, secondo la classificazione AO, e per le fratture isolate di tibia la riduzione anatomica e la dinamizzazione precoce hanno permesso la buona consolidazione, tuttavia, non è raccomandabile effettuare la dinamizzazione assiale con grano del corpo del fissatore non bloccato prima delle 6 settimane, poiché è stato osservato che un'eccessiva precoce mobilità del focolaio di frattura rallenta il tempo di consolidazione<sup>18 19</sup>. Ancora, nel nostro studio, il numero di procedure aggiuntive per l'infezione dei tramiti delle viti è stato relativamente basso. Solo in 3 pazienti, sono state osservate reazioni tipo 3 secondo le indicazioni dell'*International Society of Fracture Repair*, richiedendo un secondo intervento per la rimozione e il curettage del tramite della vite<sup>20</sup>. La configurazione a tre viti per singolo morsetto ha permesso però di non sostituire il FEA. Le infezioni del sito della vite è spesso il risultato di un'instabilità all'interfaccia osso-vite che determina la perdita di tenuta delle viti e la successiva infezione del tramite. Diversi studi hanno dimostrato che l'uso di idrossiapatite come rivestimento sulle viti, in associazione a una corretta metodica di infissione, aumenta significativamente l'apposizione diretta di nuovo osso introno alla vite, quindi ne migliora la tenuta e la stabilità riducendo il tasso di infezioni dei tramiti cutanei<sup>15-17</sup>. L'esiguo numero di vizi torsionali riscontrato clinicamente alla rimozione del fissatore esterno può essere spiegato dalla particolare at-

tenzione, posta dal chirurgo durante l'applicazione del FEA, alla correzione delle rotazioni oltre che alla riduzione. Freedman e collaboratori hanno riportato un valore del 12% di mal-allineamento in 133 fratture tibiali trattate con chiodi endomidollari. Più della metà di questi vizi di consolidazione sono stati osservati nel terzo prossimale della tibia<sup>26</sup>. Il FEA da noi utilizzato, grazie ai suoi morsetti a T, consente anche il trattamento delle fratture che interessano le zone meta-diafisari (prossimale e distale) a differenza del chiodo in cui è spesso difficile trovare la posizione corretta del mezzo di sintesi e delle sue viti per assicurare una riduzione anatomica. Analizzando i risultati clinici e radiografici ottenuti e riportati possiamo affermare che il FEA rappresenta una opzione chirurgica valida nel trattamento delle fratture di gamba, chiuse ed esposte. Esso può essere applicato rapidamente; fornisce la stabilità e la riduzione della frattura con il minimo insulto fisiologico; non vi è materiale metallico attraverso il sito di frattura e vi è meno danno vascolare in una tibia che potrebbe già essere compromessa. Un altro vantaggio del FEA è la sua facile rimozione in leggera sedazione, senza necessità di intervento chirurgico. Gli unici limiti derivanti da tale metodica sono la necessità di un chirurgo esperto e la precisa attuazione della tecnica chirurgica, sia nella modalità di infissione delle viti sia nella ricerca scrupolosa della riduzione: tali presupposti permettono di sfruttare al massimo le proprietà biomeccaniche del FEA e, quindi, di ridurre l'incidenza di complicanze legate a tale metodica (ritardo di consolidazione, malallineamento, infezione dei trami delle viti). I risultati del nostro studio consentono di porre l'indicazione alla fissazione esterna nella stabilizzazione delle fratture in urgenza, nell'ambito del DCO, che nel trattamento definito in elezione.

## Bibliografia

- 1 Court-Brown CM, Mc Birnie J. *The epidemiology of tibial fractures*. J Bone Jt Surg Br 1995;77:417-21.
- 2 White RR, Babikian GM, Pace A. *Tibia, shaft*. In: Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG, eds. *AO principles of fractures management*. edn. vol 2. Roma: CIC Edizioni Internazionali 2007, pp. 835-52.
- 3 Court-Brown CM. *Fratture della tibia e del perone*. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, eds. *Rockwood e Green - Traumatologia dell'Adulto*. 6nd edn, vol 3. Roma: Verducci Editore 2008, pp. 2079-144.
- 4 Connelly CL, Bucknall V, Jenkins PJ, et al. *Outcome at 12 to 22 years of 1502 tibial shaft fractures*. Bone Joint J 2014;96-B:1370-7.
- 5 Behrens F, Searls K. *External fixation of the tibia. Basic concepts and prospective evaluation*. J Bone Joint Surg Br 1986;68:246-54.
- 6 Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P. *Treatment of closed tibial fractures*. Instr Course Lect 2003;52:607-22.
- 7 Pape HC, Krettek C. *Damage control orthopedic surgery*. Unfallchirurg 2003;106:85-6.
- 8 Muller ME, Nazarian S, Koch P et al. *The comprehensive classification of long bone fractures*. Berlino: Springer 1990.
- 9 Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. *Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures*. J Trauma 1984;24:742-6.
- 10 O' Brien PJ, Moshiff R. *Fratture Esposte*. In: Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG, eds. *AO principles of fractures management*. 2nd ed., vol 1. Roma: CIC Edizioni Internazionali 2007, pp. 349-69.
- 11 Scott JCR. *The influence of fixator on fracture repair: the Orthofix Procallus*. In: De Bastiani G, Apley AG, Goldberg AAJ, eds. *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Londra: Springer 2000, pp. 77-82.
- 12 Broekhuizen AH. *The stability of Orthofix external fixation: a comparative evaluation*. In: De Bastiani G, Apley AG, Goldberg AAJ, eds. *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Londra: Springer 2000, pp. 71-6.
- 13 Watson JT. *Principi di fissazione esterna*. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM. *Rockwood e Green - Traumatologia dell'Adulto*. 6th ed., vol. 1. Roma: Verducci Editore 2008, pp. 2079-144.
- 14 Moroni A, Cadossi M, Romagnoli M, et al. *A biomechanical and histological analysis of standard versus hydroxyapatite-coated pins for external fixation*. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2008;2:417-21.
- 15 Moroni A, Toksvig-Larsen S, Maltarello Mc, et al. *A comparison of hydroxyapatitecoated, titanium-coated and uncoated tapered external fixation pins*. J Bone Joint Surg Am 1998;80A:547-54.
- 16 Lavini F. *Screw selection and the technique of insertion*. In: De Bastiani G, Apley AG, Goldberg AAJ. *Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics*. Londra: Springer 2000, pp. 85-9.
- 17 Kenwright J, Richardson Jb, Cunningham JI, et al. *Axial movement and tibial fractures. A controlled, randomized trial of treatment*. J Bone Joint Surg Br 1991;73b:654-9.
- 18 Richardson Jb, Gardner Tn, Hardy Jrw, et al. *Dynamization and tibial fractures*. J Bone Joint Surg Br 1995;77b:412-6.
- 19 Santoro D, Tantavisut S, Aloj D, et al. *Diaphyseal osteotomy after post-traumatic malalignment*. Curr Rev Musculoskelet Med 2014;7:312-22.
- 20 Dall'Oca C, Christodoulidis A, Bortolazzi R, et al. *Treatment of 103 displaced tibial diaphyseal fractures with a radiolucent unilateral external fixator*. Arch Orthop Trauma Surg 2010;130:1377-82.
- 21 Giannoudis PV, Papakostidis C, Roberts C. *A review of the management of open fractures of the tibia and femur*. J Bone Joint Surg Br 2006;88:281-9.

- <sup>22</sup> Pape HC. *Effects of changing strategies of fracture fixation on immunologic changes and systemic complications after multiple trauma: damage control orthopedic surgery.* J Orthop Res 2008;26:1478-84.
- <sup>23</sup> Roussignol X, Sigonney G, Potage D, et al. *Secondary nailing after external fixation for tibial shaft fracture: risk factors for union and infection. A 55 case series.* Orthop Traumatol Surg Res 2015;101:89-92.
- <sup>24</sup> Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, et al. *Treatment of open fractures of the shaft of the tibia: a systematic overview and meta-analysis.* J Bone Joint Surg Br 2001;83-B:62-68.
- <sup>25</sup> Helland P, Boe A, Molster AO, et al. *Open tibial fractures treated with the Ex-fi-re external fixation system.* Clin Orthop Relat Res 1996;326:209-20.
- <sup>26</sup> Freedman EL, Johnson EE. *Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing.* Clin Orthop Relat Res 1995;315:25-33.

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