



Mario Arrica¹ (foto)
André Pierre Uzel²

¹ Clinica Ortopedica, AOU Sassari, Università degli Studi di Sassari; ² Service Orthopédie et Traumatologie, CHU Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (France)

Fissazione esterna definitiva nelle fratture di gamba: consolidazione e pseudoartrosi rispetto alla fissazione interna, studio retrospettivo

Definitive external fixation on tibial shaft fractures: consolidation and pseudoarthroses compared to internal fixation, retrospective study

Riassunto

Introduzione. Nelle fratture di gamba sia esposte sia non esposte che richiedono un trattamento chirurgico, le opzioni di trattamento sono due, ovvero la fissazione interna (chiodo endomidollare bloccato o placca con viti) o esterna, la cui scelta è vincolata dal Damage Control Ortopedico e numerosi fattori tra cui il tipo di frattura, la sua esposizione o meno, il grado di compromissione dei tessuti molli sec. Class. Oestern e/o Gustilo e lo stato generale del paziente. Nelle fratture esposte, dal grado Gustilo II in poi, è d'obbligo l'uso del solo fissatore esterno, che può essere temporaneo, convertito quindi poi in fissazione interna (chiodo endomidollare o placca con viti), o definitivo.

Obiettivi. Efficacia della fissazione esterna definitiva nelle fratture diafisarie di tibia rispetto alla fissazione interna.

Metodi. Studio retrospettivo di 6 anni, dal 2010 al 2015, follow-up medio di 12 mesi (range 1-12); analizzate e classificate fratture diafisarie di tibia secondo età, sesso, pattern di frattura sec. AO, grado dei tessuti molli sec. Oestern e Gustilo, guarigione clinica e radiografica tramite follow-up clinico e radiologico a pre-op, G0, G30, G90 e G180. Criteri di inclusione, fratture diafisarie di tibia esposte e non esposte, trattate secondo due tipi di trattamento chirurgico: fissatore esterno definitivo e fissazione interna. Trattamento: fratture diafisarie di tibia non esposte Oestern 0-1 ed esposte Gustilo I, fissazione interna con chiodo endomidollare bloccato, carico completo concesso a G1 sull'arto operato; fratture diafisarie di tibia non esposte Oestern 2-3, fratture diafisarie esposte Gustilo II a IIIc, fissazione esterna tipo Hoffmann monolaterale, carico parziale concesso a G1 sull'arto operato, dinamizzazione a G45, terapia antibiotica a G0 con amoxicillina/ac. clavulanico + gentamicina. Outcome di valutazione: scala VAS dolore alla gamba operata, deambulazione con presenza o assenza di zoppia dal lato operato, motilità preternaturale focale di frattura, ripresa o non dell'attività lavorativa in atto prima del trauma, e segni radiologici di non consolidazione, quindi, pseudoartrosi atrofica o ipertrofica. Criteri di efficacia del trattamento: G180 VAS 0 o < 2, ripresa della propria attività, deambulazione senza zoppia nel lato operato, non motilità preternaturale della frattura, segni radiografici di buona consolidazione in proiezioni AP, LL e obliqua.

Risultati. Ricontrate clinicamente e radiologicamente 51 pseudoartrosi non infette di gamba (51/1268, 4%), non infette, 36 M, 15 F. Valutati al completo clinicamente e radiologicamente 36 pazienti su 51 delle pseudoartrosi (15 non presenti o materiale incompleto): 28 M e 8 F, età media tot. $39 \pm 2,61$ anni, età media M $40 \pm 2,93$, età media F $37 \pm 6,05$. No comorbidità significative. Delle 36 pseudoartrosi valutate al completo, 3/36 sono della meta-epifisi prossimale di tibia o 41 AO, 27 diafisi tibiale o 42 AO, 6 meta-epifisi distale tibia o 43 AO. Delle pseudoartrosi tipo 41, 1/3 è 41A1 non esposta, 2/3 41A3 non esposte; delle tipo 42, 15/27 erano 42B2 (2 non esposte, 13 esposte, 7 Gust. II, 2 Gust. IIIa, 2 Gust. IIIb, 2 Gus. IIIc), e 1/27 erano di tipo 42B3 esposte Gust. I; infine, delle tipo 43, 1/6 43A1 non esposta, 5/6 43C3 (3 non esposte, 2 esposte, 2 Gust. IIIA, 1 Gust. IIIB).

Conclusioni. La fissazione esterna definitiva nel trattamento delle fratture diafisarie di tibia rappresenta un'opzione terapeutica chirurgica sicura e affidabile, in grado di promuovere una buona guarigione e consolidamento delle fratture trattate, limitatamente ad alcuni pattern di frattura. Infatti

Indirizzo per la corrispondenza:

Mario Arrica

Clinica Ortopedica, AOU Sassari,
Università degli Studi di Sassari

E-mail: m.arrica@alice.it

la frattura di tipo 42B2 o "butterfly or wedge fracture" si presenta particolarmente non indicata ad un trattamento di fissazione esterna definitiva (92%, 13/14 su tot. 42B2 trattate con fissatore esterno e 42%, 16/36 delle pseudoartrosi) e consigliamo pertanto per questo tipo di pattern di frattura una fissazione esterna temporanea e una sua conversione in chiodo endomidollare bloccato, possibilmente entro 2 settimane dal trauma.

Parole chiave: fissazione esterna definitiva, fratture della diafisi tibiale, conversione in chiodo endomidollare, pseudoartrosi di tibia, 42B2, frammento a farfalla, frattura a cuneo

Summary

Introduction. Treatment options for leg fractures, both open that closed, are two: internal fixation (by intramedullary locked nail or plate with screws) and external fixation. This choice is constrained by several factors including the type of fracture, if it is closed or open, the state of soft-tissue by Oestern and / or Gustilo classification and the general state of the patient, according to the Orthopaedics Damage Control. The only use of external fixator is mandatory in open fractures, especially from Gustilo II degree. It can be definitive until the complete healing of the fracture, or temporary and so it can be converted into internal fixation, intramedullary nail or plate with screws, depending on the fracture pattern.

Objectives. Effectiveness evaluation of the definitive external fixation in tibial shaft fractures, compared to temporary external fixation and its conversion to internal fixation.

Methods. Retrospective study of six years (2010-2015), average follow-up 6 months (range 1-12); performed an X-ray digital database analysis concerning all of the leg fractures surgically focused on the tibial shaft fractures further classified according to age, gender, fracture pattern by AO classification, soft tissue state by Oestern and Gustilo classification, clinical and radiological healing monitored by clinical and radiological follow-up at D0, post-op, D30, D90 and D180. Treatment protocol adopted: closed tibial shaft fractures Oestern 0-1 and open Gustilo I, treated by internal fixation with intramedullary blocked nail, full charge on the operated leg at G1; closed tibial shaft fractures Oestern 2-3 and open tibial shaft fractures Gustilo II to IIIc, treated by Hoffmann unilateral external fixation, partial charge on the operated leg at G1, progressive dynamization of the external fixation by progressive slackenings of the clamps and charge on the operated leg increased gradually at G45, antibiotic therapy with amoxicillin/ac. clavulanic + gentamicin according to soft-tissue exposition, weight and liver and kidney patient functionality at D0. Outcome parameters: pain in the operated leg-side during checks-up and painful or painless walking in the operated leg-side, preternatural mobility, reprise or not of previous activity prior to fracture, VAS scale of pain, and radiological presence or absence of consolidation, then, atrophic or hypertrophic pseudoarthrosis. Treatment efficacy criteria: D180 VAS 0 or < 2, normal or no reprise of job activity, painless or painful walking ability on the operated leg-side, presence or absence of preternatural mobility, radiographic signs of nice or bad consolidation in whole leg x-rays projections.

Results. 51 clinically and radiologically tibial pseudoarthrosis were found (51/1268, 4%), all uninfected, 36 M, 15 F. Clinically and radiologically completed evaluated were 36/51 (15/51 patients were not present or missing information): 28 M and 8 F, total average age 39 ± 2.61 years. No significant comorbidities such as hypertension, diabetes, metabolic and systemic immune diseases. 3/36 were of proximal tibial meta-epiphysis or 41 AO, 27/36 were of tibial shaft or 42 AO, 6/36 were of distal tibial meta-epiphysis or 43 sec. AO. Concerning 41 type pseudoarthrosis, 1/3 was 41A1 closed, 2/3 41A3 closed; for type 42, 15/27 were 42B2 (2 closed, 13 open; 7 Gust. II, 2 Gust. IIIa, 2 Gust. IIIb, 2 Gust. IIIc), 1/27 was open type 42B3. Gust. I; finally concerning type 43 pseudoarthrosis, 1/6 was 43A1 closed., 5/6 were 43C3 (3 closed, 2 open, 1 Gust. IIIA, 1 Gust. IIIB).

Conclusion. Treatment of tibial shaft fractures by definitive external fixation is a safe and reliable surgical treatment option that can promote good bone healing and consolidation, but limited to some fracture patterns. In fact, 42B2 type or "butterfly or wedge fracture" is particularly not indicated for a definitive external fixation treatment (92%, 13/14 of the whole 42B2 type treated by external fixation and 42%, 16/36 of all pseudoarthrosis detected).

Key words: definitive external fixation, tibial shaft fractures, conversion to intramedullary nail, tibial pseudoarthrosis, 42B2, butterfly fragment, wedge fracture

Introduzione

Nelle fratture di gamba sia esposte sia non esposte che necessitano di un trattamento chirurgico le opzioni di trattamento sono inizialmente due: fissazione esterna o interna. Spesso però il trattamento chirurgico che l'ortopedico deve scegliere è condizionato dal tipo di frattura, ad esempio nelle fratture esposte, e in particolare dallo stadio Gustilo II in poi, è d'obbligo l'uso del fissatore esterno. Un'eventuale

conversione in fissazione interna (placche con viti e chiodi endomidollari) è possibile. Questa conversione è legata a diversi fattori, tra cui il tipo di frattura, il grado di Gustilo-Anderson, se si tratta di una frattura esposta, la presenza o l'assenza di segni locali o di laboratorio di infezione, e le comorbidità del paziente. In conformità con il Damage Control Ortopedico e la classificazione Gustilo-Anderson¹, l'uso della fissazione esterna nella frattura esposta della gamba

(ma anche in alcuni casi di frattura non esposta) rappresenta la prima scelta del chirurgo ortopedico: è veloce e consente una buona stabilizzazione frattura ^{2,3}.

La fissazione esterna è caratterizzata dunque dal vantaggio di essere minimamente invasiva, rispettosa dei tessuti molli e quindi indicata in caso di frattura esposta o quando nelle fratture chiuse le condizioni locali della cute e generali del paziente controindichino la fissazione interna, come previsto dal Damage Control Ortopedico.

Viceversa, il fissatore esterno può non consentire una fissazione assoluta ma relativa, non consentire un preciso allineamento dei monconi di frattura e, quindi, non permette una guarigione della frattura con la stessa qualità di tessuto osseo come nella sintesi interna. Inoltre, è gravato dalla possibilità di un'infezione sui pin ⁴, e può portare in alcuni casi ad una viziosa consolidazione e ad una pseudoartrosi. Per questo, non convertire il fissatore esterno od eventualmente una sua conversione e il corretto timing, rappresentano il punto cruciale per la gestione di queste fratture.

Nella pratica clinica, le fratture diafisarie di gamba che vengono inizialmente trattate con fissatore esterno, sia esposte che non esposte, prevedono generalmente due opzioni terapeutiche: la conversione il più precoce possibile in fissazione interna (chiodo endomidollare), che è l'opzione più comunemente adottata, o trattamento definitivo con fissazione esterna, con o senza dinamizzazione intermedia, fino a completa guarigione clinica e radiografica della frattura ⁵.

I vantaggi di una conversione in fissazione interna sono un carico immediato totale sulla gamba, la riduzione del rischio di infezione locale per mancanza dei pin, e di promuovere una migliore guarigione della frattura ⁶. Questo è dovuto al fatto, come dimostrato in alcuni studi sperimentali su animale, che nelle prime fasi di guarigione dell'osso la conversione in fissazione interna e la fissazione esterna definitiva hanno dimostrato uno stesso pattern di guarigione, mentre al momento di guarigione finale dell'osso, le proprietà meccaniche e densitometriche dell'osso degli animali "convertiti" sono superiori rispetto all'osso negli animali trattati con fissazione esterna definitiva ⁷.

Si è visto poi che vi è un rischio di infezione nella frattura che sembra aumentare quando la conversione avviene più tardi di 2 settimane ^{2,8-10}. Inoltre, la conversione in fissazione interna rappresenta un ulteriore costo per l'ospedale, uno stress chirurgico supplementare per il paziente, un rischio infettivo non trascurabile ^{11,12} e, soprattutto, non è sempre possibile effettuare tale conversione sia per le condizioni precarie generali del paziente o per complicanze infettive locali.

Continuare il trattamento direttamente con la sola fissazione esterna con una dinamizzazione progressiva dell'impianto, elimina i problemi di una seconda operazione e

quindi di un ulteriore stress chirurgico per il paziente, oltre che i costi addizionali per la struttura ospedaliera, mantenendo comunque una buona percentuale di guarigione della frattura ¹³. Viceversa, possibili infezioni in sede di posizionamento dei pin e il rischio di pseudoartrosi sono le complicanze più temute del trattamento di fissazione esterna ¹⁴.

La dinamizzazione, secondo De Bastiani e Ilizarov ¹⁵, rappresenta il trasferimento di un carico progressivo al focolaio di frattura in un dato momento del ciclo di guarigione. La dinamizzazione di un impianto di fissazione ortopedica può essere effettuata tramite due modalità: micromovimento ciclico e carico progressivo.

Il primo, rappresenta la possibilità di permettere alle fratture dei piccoli movimenti rendendo meno rigida la sintesi e, con la giusta quantità di de-rigidizzazione della sintesi ¹⁶, si può avere una migliore formazione del callo osseo. Nel 1991 lo stesso Kenwright ¹⁷, dimostrò che una dinamizzazione precoce di un fissatore esterno di tibia rigido può accelerare e migliorare notevolmente la guarigione della frattura rispetto ad un trattamento col solo fissatore rigido per tutta la durata del trattamento.

Il carico progressivo rappresenta invece l'aumento progressivo del carico applicato all'arto inferiore operato che porterebbe ad una compattazione del focolaio di frattura diminuendo i movimenti dei monconi ossei e promuovendo la sopravvivenza degli osteoblasti nel sito di frattura e una migliore maturazione del callo osseo ¹⁸.

Materiali e metodi

È stato condotto uno studio retrospettivo a lungo termine dal 2010 al 2015 presso l'Ospedale CHU – Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.

Si è utilizzato il database informatico dell'ospedale e analizzate le fratture di tibia, esposte e non esposte, le quali sono state poi classificate secondo: tipo e pattern secondo AO Trauma ¹⁹ (Fig. 1), età, sesso, tipo di trattamento eseguito, guarigione clinica e radiografica, classificazione dei tessuti molli secondo Oestern-Tscherne per le fratture chiuse ²⁰ (Tab. I) e Gustilo-Anderson per le fratture esposte ¹ (Tab. II).

I criteri di inclusione hanno previsto tutte le fratture di tibia esposte e non esposte trattate secondo due tipi di trattamento chirurgico: fissatore esterno definitivo, fino a completa guarigione clinica e radiografica della frattura e fissazione interna.

Nel dettaglio, il protocollo di trattamento adottato ha previsto per le fratture diafisarie non esposte fino a grado Oestern 1 e fratture esposte grado Gustilo I, chiodo endomidollare bloccato con carico totale concesso alla gamba operata in G1; per le fratture diafisarie non esposte grado

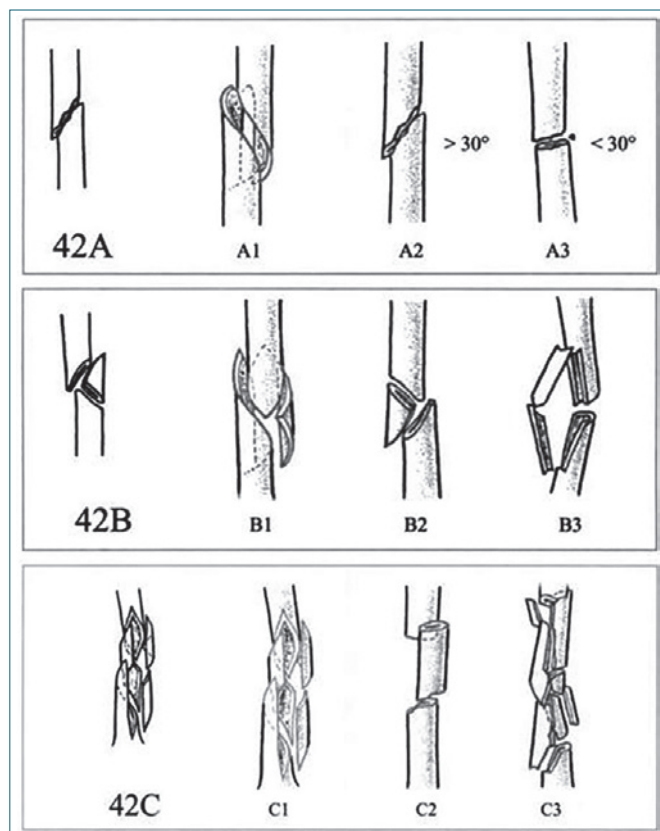


Figura 1. Classificazione sec. AO trauma fratture diafisarie di tibia.

Oestern 2-3 e fratture diafisarie esposte gradi Gustilo da II a IIIC, si è impiantato un fissatore esterno definitivo tipo Hoffmann Mono/Bilaterale con carico parziale concesso a G1, dinamizzazione del fissatore a G45 tramite allentamento progressivo dei morsetti e quindi aumento del carico progressivo (Tab. III).

Tabella I. Classificazione tessuti molli fratture non esposte secondo Oestern-Tscherne.

Grado 0	Minimo danno tissutale, generalmente da forza torsionale indiretta, associato ad un tipo di frattura non grave
Grado 1	Abrasioni o contusioni superficiali, associate ad un tipo di frattura di gravità moderata
Grado 2	Abrasioni profonde, contusioni della cute o del muscolo, causate da un trauma diretto ed associate ad una frattura grave
Grado 3	Contusioni cutanee estese o danno da urto violento, danno severo al muscolo sottostante, avulsione sottocutanea o sindrome compartimentale

Tabella II. Classificazione tessuti molli fratture esposte secondo Gustilo-Anderson.

Tipo I	Piccola esposizione (< 1 cm), pulita, frattura con minima comminuzione
Tipo II	Esposizione > 1 cm, ma senza perdita di tessuto, moderata comminuzione e contaminazione
Tipo III	Danno cutaneo esteso con coinvolgimento muscolare, nervoso e vascolare, trauma ad alta energia, frattura comminuta, instabilità
IIIA	Frattura conseguente a trauma ad alta energia, ma senza esposizione
IIIB	Frattura complicata da esposizione ossea, danno periostale e sofferenza tessuti molli, richiede la copertura dell'osso esposto
IIIC	Frattura esposta associata a danno arterioso che richiede riparazione chirurgica

Per le fratture diafisarie non esposte, dal grado Gustilo II in poi, è stata adottato un adeguato protocollo antibiotico con amoxicillina + acido clavulanico e gentamicina secondo peso e funzionalità renale ed epatica del paziente. Tutti i pazienti sono stati poi monitorati radiologicamente e clinicamente a tempo 0, post-operatorio, 30, 60 e 180 giorni.

Lo studio si è concentrato sull'incidenza di pseudoartrosi nelle fratture diafisarie di gamba in un contesto di trattamento con fissazione esterna definitiva e dinamizzazione. Gli outcome di valutazione sono stati parametri clinici, scala VAS di dolore alla gamba operata, deambulazione con presenza o assenza di zoppia dal lato operato, motilità preternaturale a livello del focolaio di frattura, ripresa o non dell'attività lavorativa in atto prima della frattura, e parametri radiologici, segni radiologici di non consolidazione, quindi, di pseudoartrosi atrofica o ipertrofica.

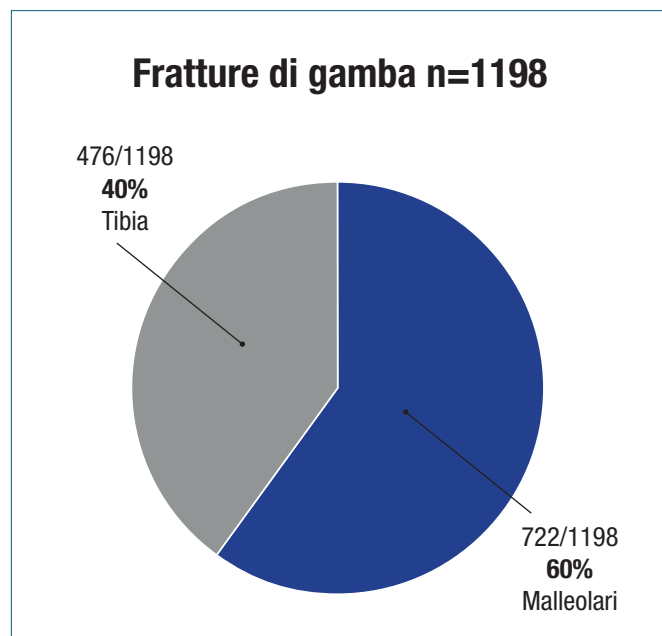
Criteri di efficacia del trattamento sono stati a G180 la VAS 0 o < 2, la ripresa della propria attività, deambulazione senza zoppia nel lato operato, non motilità preternaturale del focolaio di frattura, segni radiografici di buona consolidazione del focolaio di frattura in proiezioni AP, LL e obliqua.

Risultati

Nel periodo di osservazione dal 2010 al 2015 (6 anni) sono state trattate chirurgicamente 1198 fratture di gamba, di cui 790 uomini e 408 donne. Di queste fanno parte 722 fratture malleolari in generale tra mono-, bi- e tri-malleolari (637/722 fratture non esposte, 85/722 fratture esposte), 467 fratture di tibia (Fig. 2). Di queste ultime, 91/467 sono

Tabella III. Protocollo di trattamento e carico applicati.

Tipo di frattura	Class. Tessuti molli	Procedura chirurgica adottata	Protocollo di carico gamba operata
Fratture diafisarie tibia non esposte	Oestern 0	Chiodo endomidollare bloccato	Carico totale G1
	Oestern 1		
	Oestern 2		
	Oestern 3		
Fratture diafisarie tibia esposte	Gustilo I	Fissatore esterno tipo Hoffman mono/ bilaterale (2 fiches prossimali/2-3 fiches distali)	Carico parziale G1, dinamizzazione fissatore esterno a G45 tramite allentamento progressivo dei morsetti e aumento del carico progressivo
	Gustilo II		
	Gustilo IIIa		
	Gustilo IIIb		
	Gustilo IIIc		

**Figura 2.** Dettaglio fratture di gamba esaminate.

fratture della meta-epifisi prossimale di tibia o tipo 41 secondo class. AO (80/91 non-esposte, 11/91 esposte), 294/467 sono della diafisi tibiale o tipo 42 secondo class. AO (170/294 non esposte, 124/294 esposte) e 91/467 sono fratture della meta-epifisi distale di tibia o tipo 43 secondo class. AO (59 non esposte, 32 esposte) (Fig. 3). Le fratture diafisarie di tibia sono state classificate secondo classificazione AO (Tab. III, Fig. 4). Sono state riscontrate clinicamente e radiologicamente 51 pseudoartrosi di gamba (51/1268, 4%), tutte non infette, 36/51 uomini,

15/51 donne (Fig. 5). Tramite criteri di valutazione clinica, scala VAS di dolore alla gamba operata, deambulazione con presenza o assenza di zoppia dal lato operato, mobilità preternaturale a livello del focolaio di frattura, ripresa o non dell'attività lavorativa in atto prima della frattura, e criteri radiologici, segni radiologici di non consolidazione, quindi, di pseudoartrosi atrofica o ipertrofica, si è potuto valutare 36 pazienti, poiché 15 pazienti si sono persi al follow-up (Fig. 6). Tale quota era così suddivisa: 28:8 rapporto M:F, età media totale di $39 \pm 2,61$ anni, età media maschile $40 \pm 2,93$ anni, età media femminile $37 \pm 6,05$ anni. Nessun paziente presentava in anamnesi comorbidità maggiori. Delle 36 pseudoartrosi valutate, 3/36 sono della meta-epifisi prossimale di tibia o segmento 41 sec. AO (3/3 maschi, età media $34 \pm 11,14$ anni), 27/36 sono di diafisi tibiale o 42 sec. AO (21/27 maschi, 6/27 femmine, età media $32 \pm 3,08$ anni), 6/36 sono della meta-epifisi distale di tibia o 43 sec. AO (5/6 maschi, 1/6 femmina, età media $48 \pm 4,62$ anni). Delle pseudoartrosi di fratture tipo 41, 1/3 è di tipo 41A1 non esposta, 2/3 di tipo 41A3 (2/2 non esposte); di quelle di tipo 42, 15/27 sono 42B2 (2/15 non esposte, 13/15 esposte di cui 7/13 Gustilo II, 2/13 Gustilo IIIa, 2/13 Gustilo IIIb, 2/13 Gustilo IIIc), 1/27 di tipo 42B3 esposta Gustilo I; di quelle di tipo 43, 1/6 è 43A1 non esposta, 5/6 di tipo 43C3 (3/5 non esposte, 2/5 esposte di cui 1/2 Gustilo IIIa, 1/2 Gustilo IIIb) (Tab. IV).

Discussione

L'analisi dei dati supporta l'ipotesi che la fissazione esterna definitiva nel trattamento delle fratture di gamba sia un'opzione terapeutica chirurgica sicura e affidabile, in grado di promuovere una buona guarigione e consolidamento delle fratture trattate, limitatamente ad alcuni pattern di frattura. Il

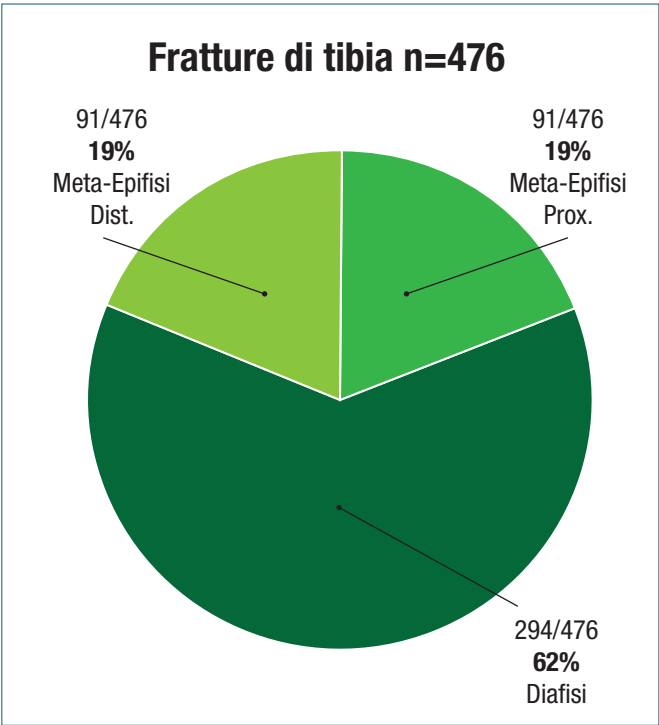


Figura 3. Dettaglio fratture di tibia esaminate.

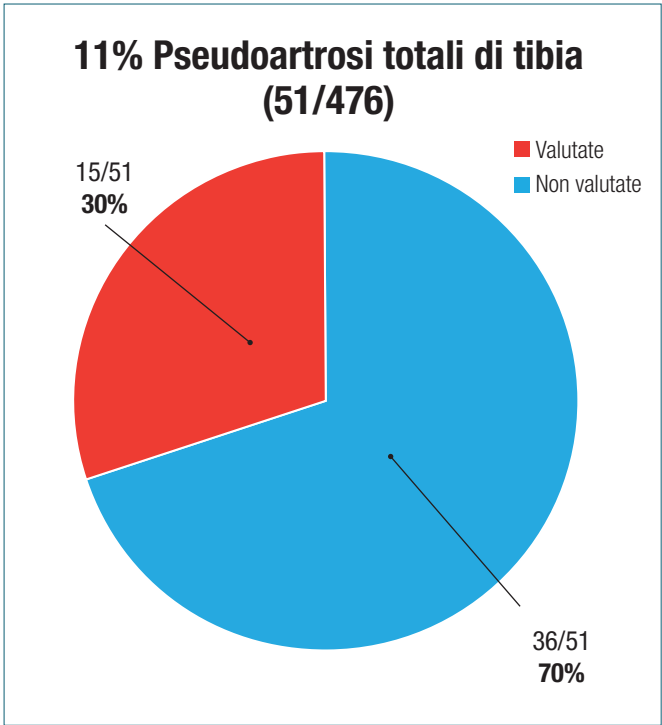


Figura 5. Dettaglio pseudoartrosi totali riscontrate radiologicamente.

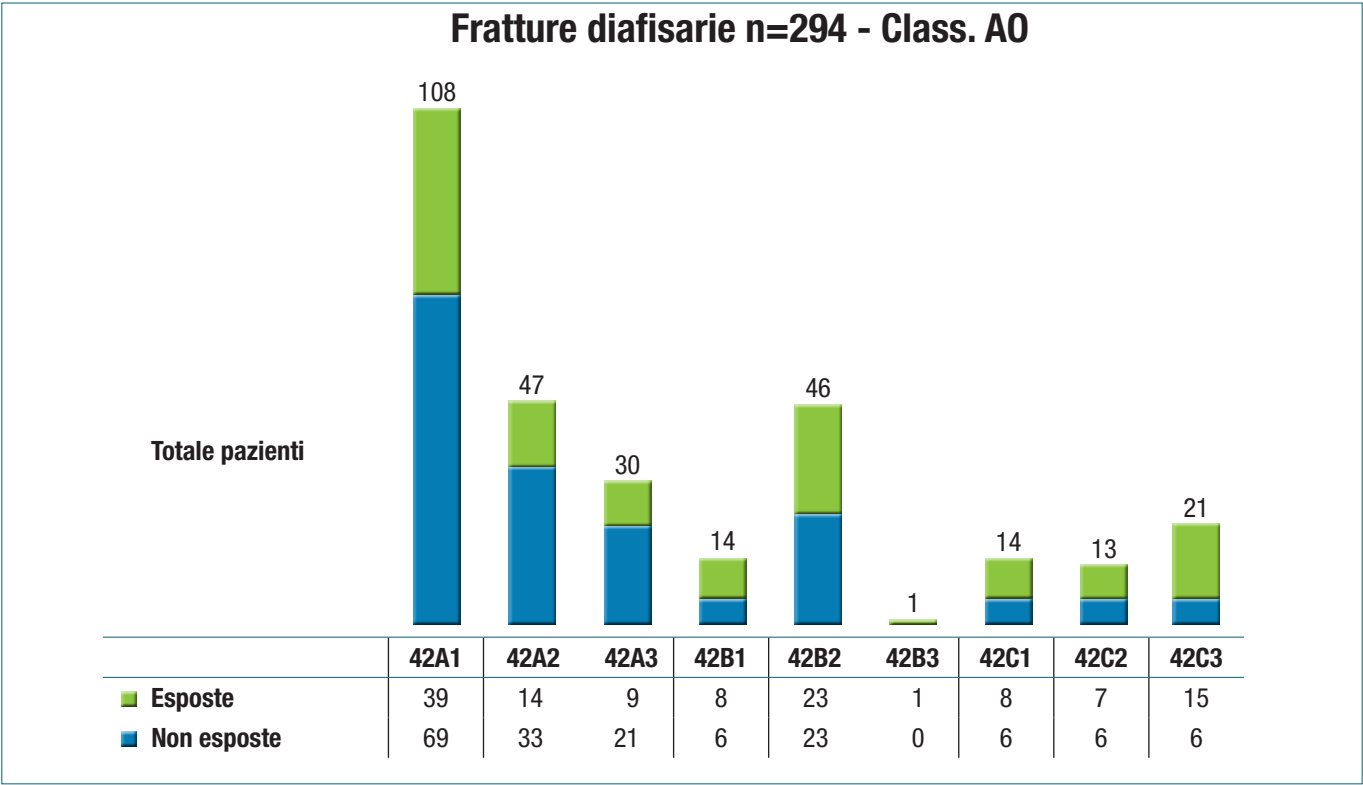


Figura 4. Dettaglio fratture diafisarie esaminate.

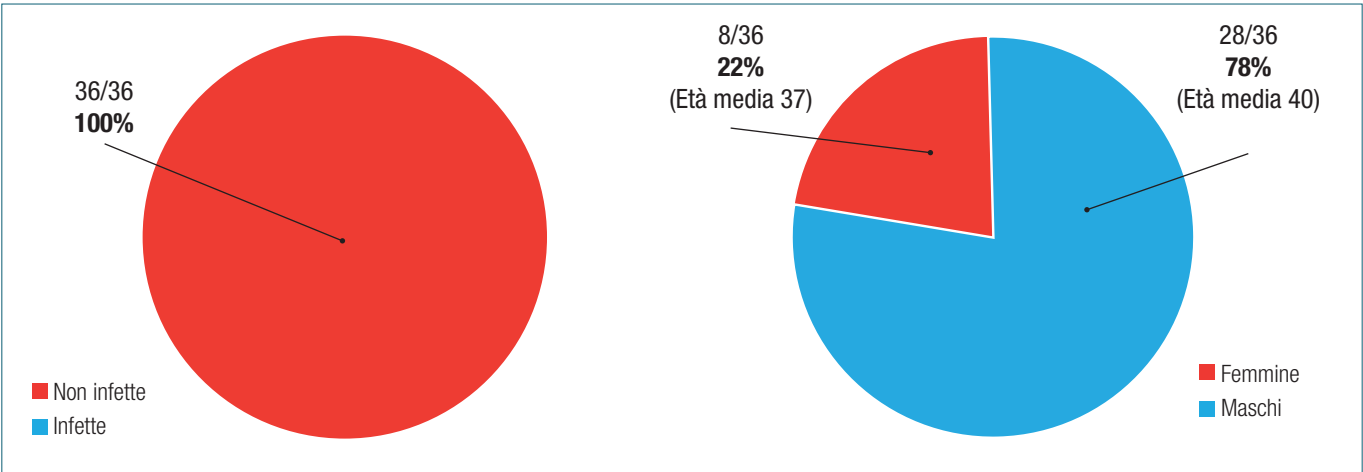


Figura 6. 36 pseudoartrosi valutate al completo.

Tabella IV. Dettaglio pseudoartrosi valutate clinicamente e radiologicamente.

36 pseudo- artrosi di tibia	Tipo Fratt.- Class. AO	Totale tipo	M	F	Età media + dev. stand.	Ps. Ipertrof.	Ps. Oligo/ Artrof.	Non Esp.	Esp.	Gustilo I	Gustilo II	Gustilo IIIa	Gustilo IIIb	Gustilo IIIc
	41 A1	1	1	0	26 ± 0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	41 A3	2	2	0	38 ± 18	0	2	2	0	0	0	0	0	0
	42 A1	3	3	0	33 ± 3,71	1	2	0	3	0	2	1	0	0
	42 A3	1	1	0	80 ± 0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	42 B2	15	9	6	35 ± 4,08	2	13	2	13	0	7	2	2	2
	42 B3	1	1	0	57 ± 0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
	42 C1	3	3	0	32 ± 6,66	0	3	0	3	0	1	1	0	1
	42 C3	4	3	1	45 ± 3,90	2	2	2	2	0	0	0	0	0
	43 A1	1	1	0	51 ± 0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	43 C3	5	4	1	47 ± 5,60	0	5	3	2	0	0	1	1	0
	Totale	36	28	8	39 ± 2,61	6	30	11	25	1	11	5	3	3

nostro studio ha infatti messo in evidenza un grosso rischio di pseudoartrosi, circa 92% (13/14, Figg. 7-11) per le fratture di gamba 42B2 sec. AO trattate con fissazione esterna definitiva (Fig. 12) e il 42% del totale delle pseudoartrosi riscontrate (15/36), con un tasso di guarigione esiguo (8%, Fig. 13). La frattura di tipo 42B2 rappresenta un tipo di frattura altamente pseudoartrogena per sua natura e conformazione. Il frammento cosiddetto “wedge o a cuneo” o “butterfly o a farfalla” si presenta al momento della sua formazione devascularizzato, in quanto non più supportato dalla vascolarizzazione dell’osso a cui appartiene, e quindi non in

grado da solo di promuovere i fenomeni di aumento della vascolarizzazione necessari per la formazione di un sufficiente callo osseo nel processo di guarigione della frattura. Inoltre, la sua formazione comporta una minore superficie di contatto dei monconi di frattura e un rischio aumentato quindi di callo osseo insufficiente e mal consolidamento. In termini di biomeccanica, la formazione di questo tipo di frattura diafisaria è rappresentato tendenzialmente da un trauma ad alta energia diretto sul lato concavo dell’osso lungo che, a seguito di forze di tensione e compressione (Fig. 14), provoca in circa il 90% dei casi una rima di

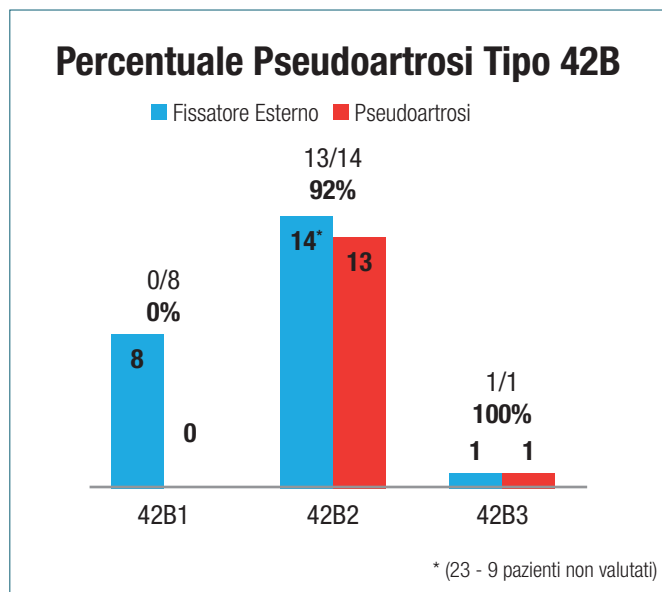


Figura 7. Pseudoartrosi 42B.

frattura, dipendente anche dallo spessore delle corticali e quindi dal momento di inerzia opposto dall'osso lungo in questione. Di questi, tendenzialmente circa la metà risulta fratturato completamente, la restante in maniera incompleta²¹. Nel primo caso quindi, si ha la formazione di una rima di frattura completa cosiddetta a Y con formazione quindi del frammento a cuneo in questione. Si è notato inoltre che tale frammento si produce tendenzialmente con una percentuale circa del 60% sul lato di impatto dell'osso lungo con un angolo quindi aperto verso lo stesso lato e acuto, rispetto a una sua formazione con angolo aperto e ottuso verso il lato opposto al sito di trauma diretto²¹ (Fig. 15).

Conclusioni

In considerazione dei risultati del nostro studio, sconsigliamo l'uso del fissatore esterno definitivo nel trattamento delle fratture di tipo 42B2 che necessitano in maniera obbligatoria come prima opzione chirurgica il fissatore esterno, e consigliamo una sua conversione, qualora le condizioni in generale lo consentano, una conversione in chiodo endomidollare anterogrado bloccato di tibia e possibilmente entro le 2 settimane. La fissazione interna con tale impianto si è infatti dimostrata nella nostra esperienza una opzione chirurgica abbastanza affidabile con tasso di guarigione definitiva delle fratture 42B2 trattate del 91% (21/23), pur con un tasso di pseudoartrosi secondo la nostra esperienza non trascurabile (9%, 2/23, Fig. 16), a giustificazione del fatto che si tratta di un tipo di frattura complessa



Figura 8. Paz. 27 aa, M, incidente automobilistico, 42B2 esp. Gustilo IIIa, ps. Iperτροφica, dolore importante al carico a 6 mesi. a) Pre-intervento-proiez. AP; b) Post-Intervento chirurgico-proiez. AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

e non sempre facilmente gestibile e che probabilmente necessita di un approccio chirurgico combinato (chiodo endomidollare bloccato anterogrado con cerchiaggio e/o innesto autologo? rimozione del frammento a cuneo de-vascularizzato?)²².

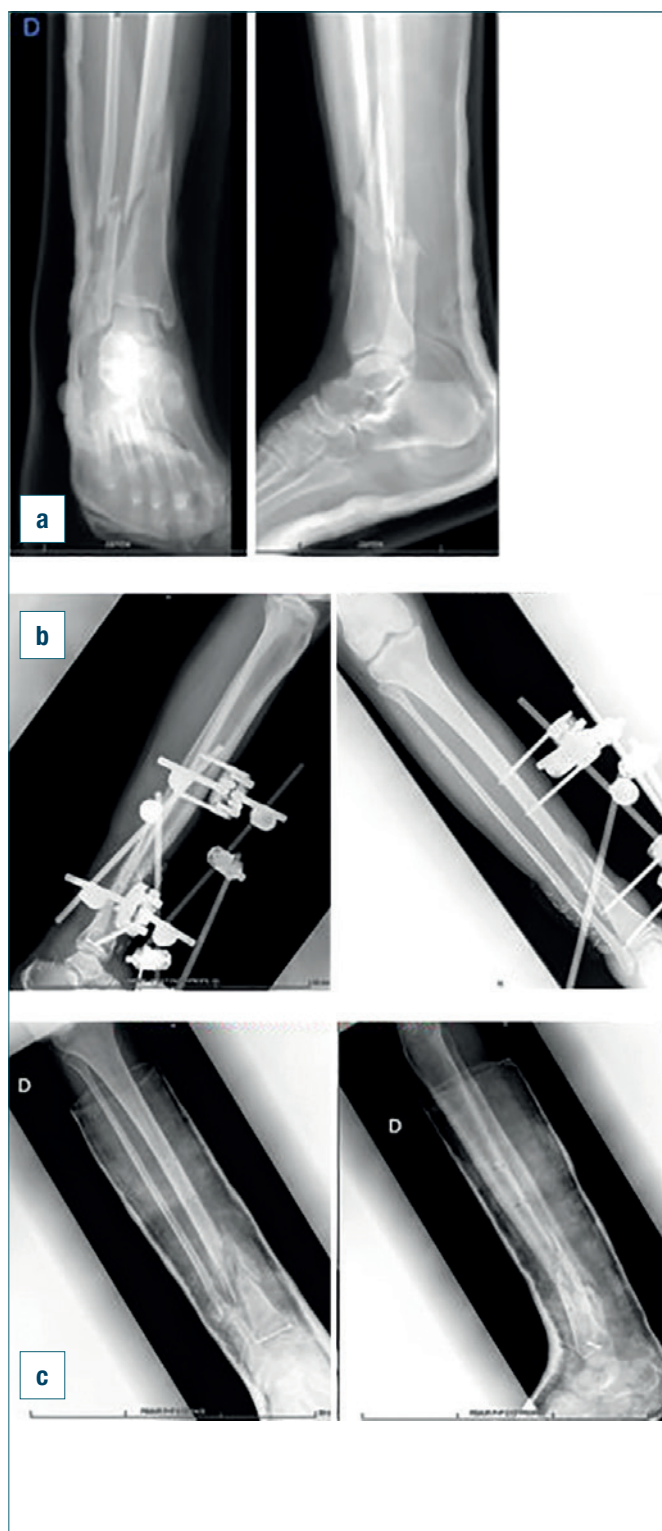


Figura 9. Paz. 26 aa, F, incidente moto, 42B2 esp. Gustilo II, ps. atrofica, dolore importante al carico a 6 mesi. a) Pre-Intervento-proiez. AP + LL; b) Post-intervento chirurgico-proiez. AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

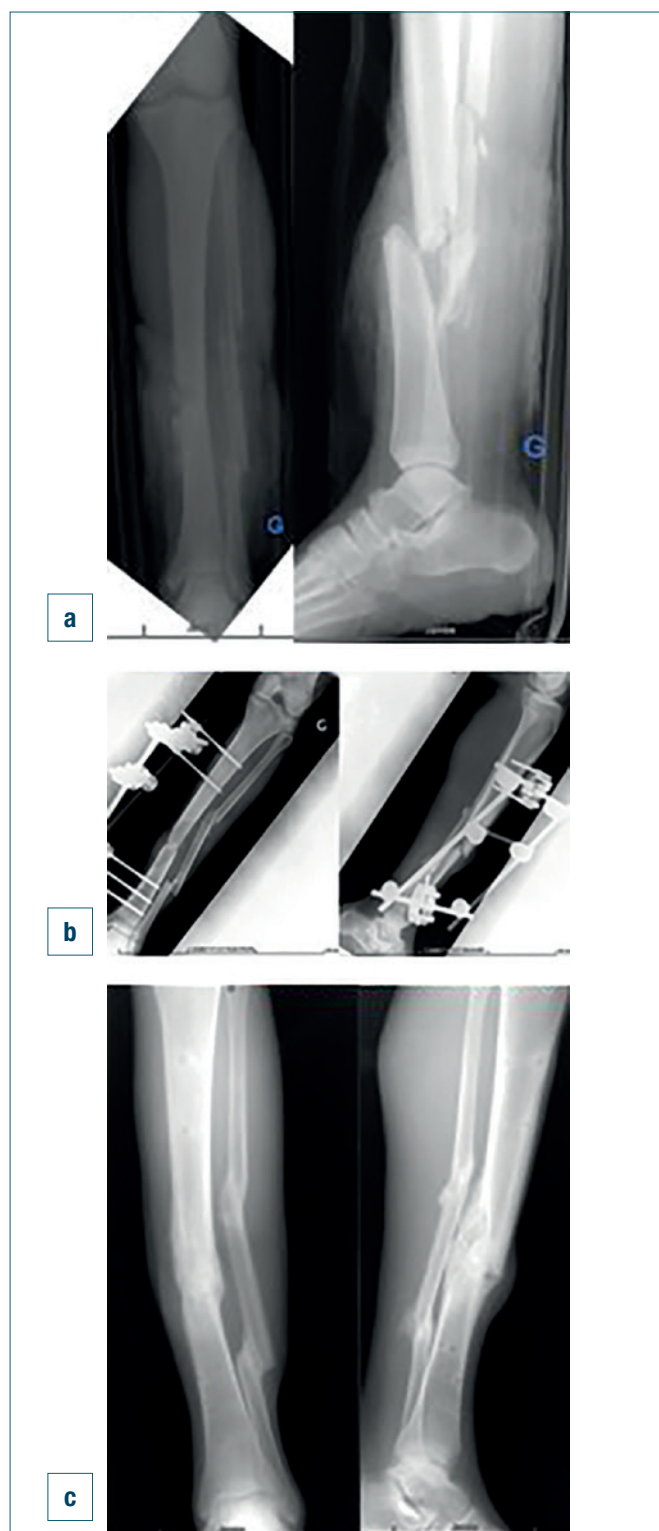


Figura 10. Paz. 21 aa, F, incidente automobilistico, 42B2 esp. Gustilo IIIb, ps. ipetrofica, dolore importante al carico a 6 mesi. a) Pre-Intervento-proiez. AP + LL; b) Post-intervento chirurgico-proiez. AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

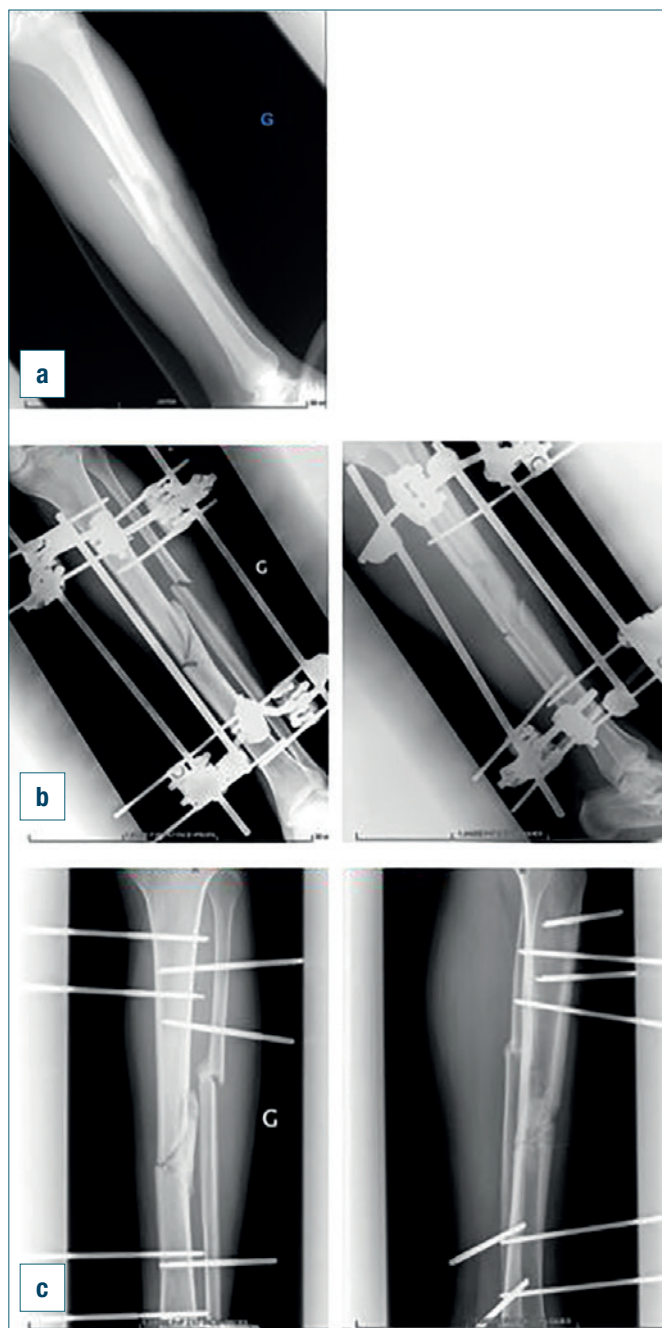


Figura 11. Paz. 26 aa, M, incidente automobilistico, 42B2 esp. Gu-
stilo II, ps. atrofica, dolore importante al carico a 6 mesi. a) Pre-
Intervento-proiez. AP + LL; b) Post-intervento chirurgico-proiez.
AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

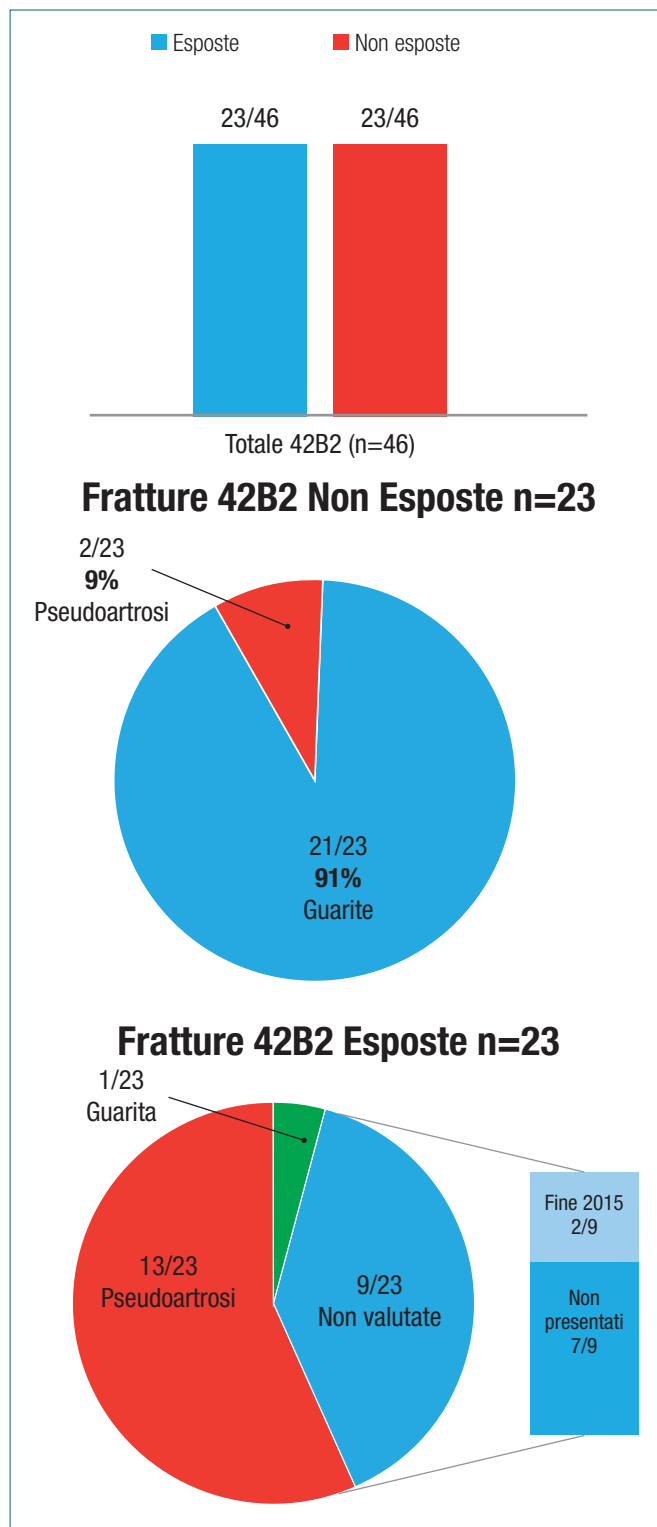


Figura 12. Fratture 42B2 riscontrate nello studio.

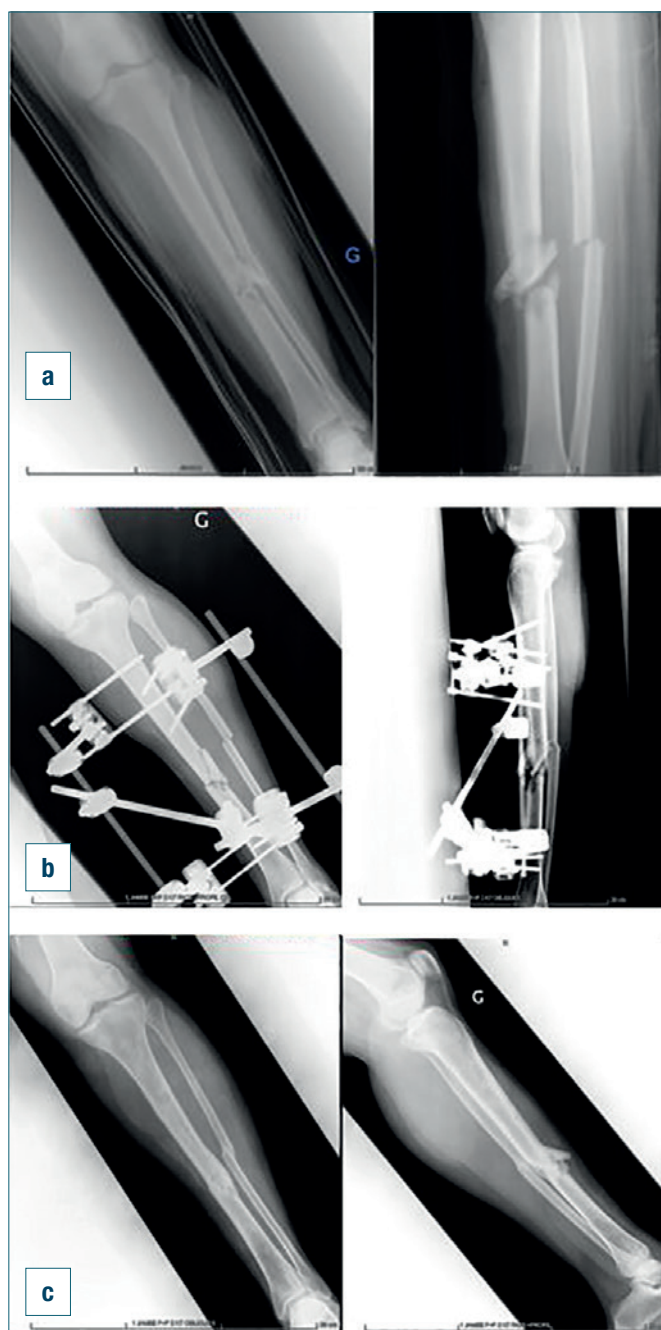


Figura 13. Paz. 22 aa, F, incidente automobilistico, 42B2 esp. Gustilo II, guarigione clinica a 6 mesi. a) Pre-Intervento-proiez. AP + LL; b) Post-intervento chirurgico-proiez. AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

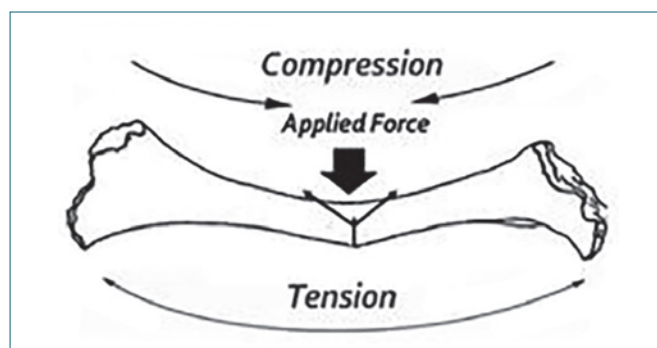


Figura 14. Forze di tensione e compressione che generano la frattura a Y (Reber, Simmons, 2015).

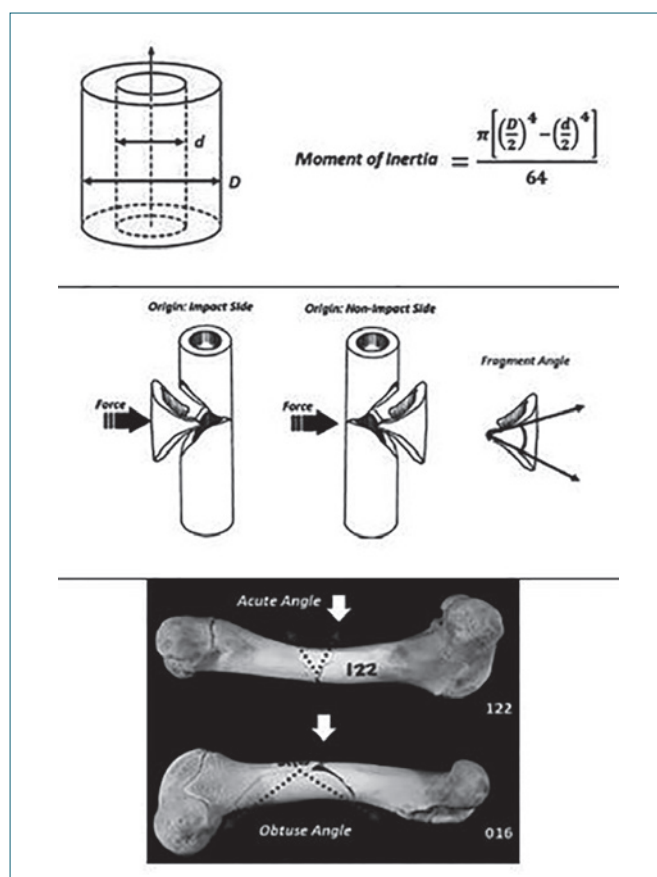


Figura 15. Il frammento "a cuneo" si genera per un impatto ad alta energia diretto sul lato convesso dell'osso lungo ed è direttamente proporzionale al suo momento di inerzia e quindi al suo diametro e allo spessore delle corticali. Se tale frammento si viene a formare nello stesso lato dove è applicata la forza allora esso si presenterà con un angolo aperto verso lo stesso lato e acuto, mentre al contrario se si viene a formare dal lato opposto, esso sarà caratterizzato da un angolo aperto verso il lato opposto e ottuso (Reber, Simmons, 2015²¹).

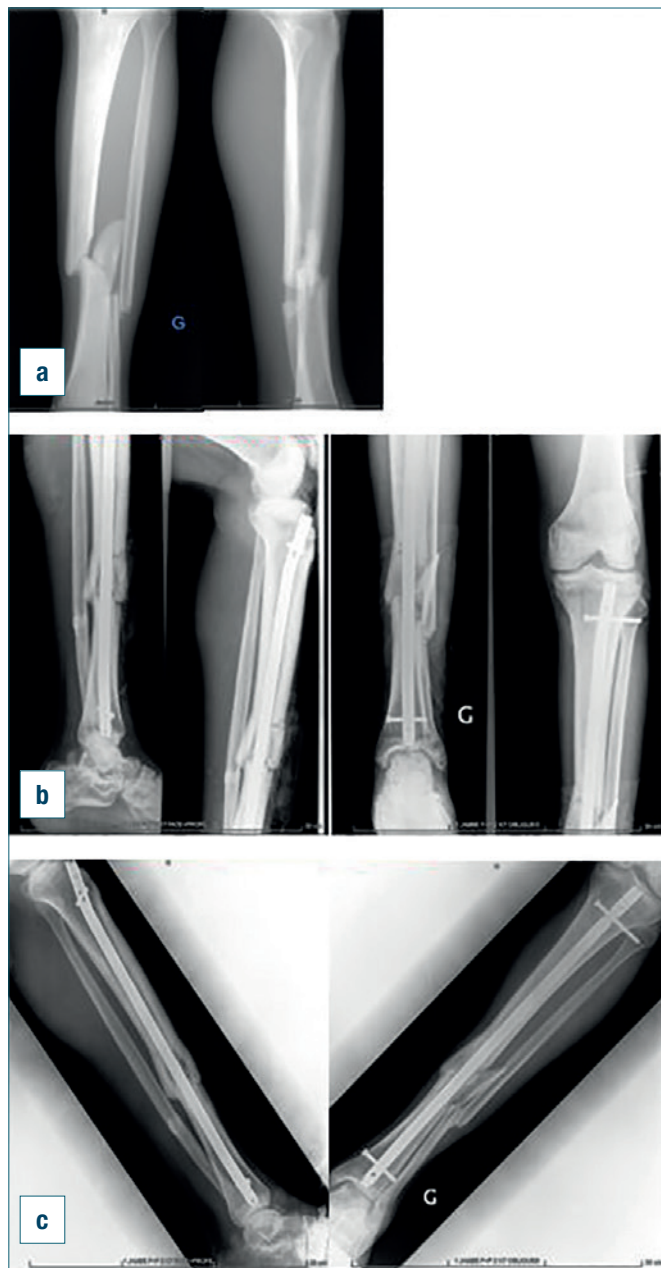


Figura 16. Paz. 36 aa, M, incidente automobilistico, 42B2 non esp. Oestern 1, ps. Ipertrofica, dolore importante al carico a 6 mesi. a) Pre-Intervento-proiez. AP + LL; b) Post-intervento chirurgico-proiez. AP + LL; c) 6 mesi dall'intervento chirurgico-proiez. AP + LL.

Per quanto riguarda invece le fratture diafisarie di tibia tipo 42A sec. AO, nella nostra esperienza si sono dimostrate particolarmente responsive al trattamento con fissatore esterno definitivo con tasso di pseudoartrosi rispettivamente del 8% (3/39), 0% (0/14) e 10% (1/9) per fratture rispettivamente 42A1, 42A2, 42A3 (Fig. 17). Infine, per le

Percentuale Pseudoartrosi Tipo 42A

■ Fissatore Esterno ■ Pseudoartrosi

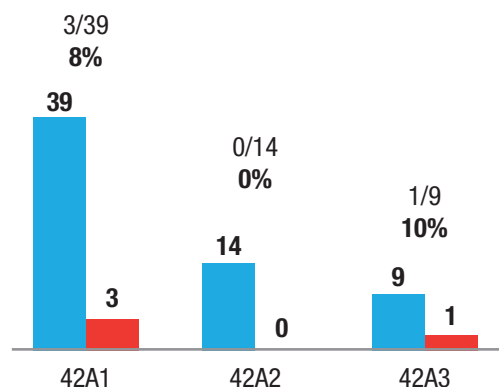


Figura 17. Pseudoartrosi 42A.

fratture diafisarie di tibia tipo 42C. AO, non abbiamo ottenuto una casistica soddisfacente per trarre delle sufficienti conclusioni in merito alla affidabilità della fissazione esterna definitiva in termini di guarigione definitiva in questa classe di fratture diafisarie, considerando inoltre che il tipo 42C racchiude delle fratture complesse a più frammenti, spesso dovute ad impatti alta energia e gravate nella loro evoluzione da numerosi fattori (Fig. 18).

Riteniamo però che per confermare le nostre tesi siano necessari ulteriori studi con casistica maggiore.

Percentuale Pseudoartrosi Tipo 42C

■ Fissatore Esterno ■ Pseudoartrosi

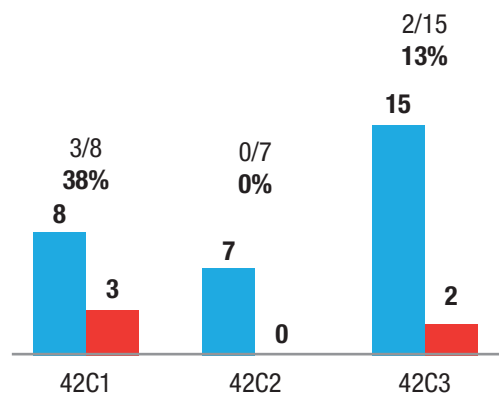


Figura 18. Pseudoartrosi 42C.

Bibliografia

- ¹ Gustilo RB, Anderson JT. *Prevention of infection in the treatment of one thousand and 1 twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses.* J Bone Joint Surg Am 1976;58:453-8.
- ² Blachut PA, Meek RN, O'Brien PJ. *External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. A sequential protocol.* J Bone Joint Surg Am 1990;72:729-5.
- ³ Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, et al. *Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia.* J Bone Joint Surg Br 2000;82:959-66.
- ⁴ Respet PJ, Kleinman PG, Meinhard BP. *Pin tract infections: a canine model.* J Orthop Res 1987;5:600-3.
- ⁵ Trompeter A, Newman K. *Femoral shaft fractures in adults.* Orthopaedics and Trauma 2013;27:322-31.
- ⁶ Antich-Adrover P, Martí-Garin D, Murias-Alvarez J, et al. *External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures. A randomised, prospective trial.* J Bone Joint Surg Br 1997;79:433-7.
- ⁷ Sigurdson U, Reikeras O, Utvag SE. *The Effect of timing of conversion from external fixation to secondary intramedullary nailing in experimental tibial fractures.* J Orthop Res 2011;29:126-30.
- ⁸ Della Rocca GJ, Crist BD. *External fixation versus conversion to intramedullary nailing for definitive management of closed fractures of the femoral and tibial shaft.* J Am Acad Orthop Surg 2006;14:S131-5.
- ⁹ Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta P, et al. *Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures.* J Orthop Trauma 2005;19:140-4.
- ¹⁰ Antich-Adrover P, Martí-Garin D, Murias-Alvarez J, et al. *External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures: a randomised, prospective trial.* J Bone Joint Surg Br 1997;79:433-7.
- ¹¹ Marshall PD, Saleh M, Douglas DL. *Risk of deep infection with intramedullary nailing following the use of external fixators.* J R Coll Surg Edinb 1991;36:268-71.
- ¹² Maurer DJ, Merkow RL, Gustilo RB. *Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation.* J Bone Joint Surg Am 1989;71:835-8.
- ¹³ Sigurdson U, Reikeras O, Utvag SE. *Conversion of external fixation to definitive intramedullary nailing in experimental tibial fractures.* J Invest Surg 2010;23:142-8.
- ¹⁴ Clifford RP, Lyons TJ, Webb JK. *Complications of external fixation of open fractures of the tibia.* Injury 1987;18:174-6.
- ¹⁵ De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. *Dynamic axial fixation: a rational alternative for the external fixation of fractures.* Int Orthop 1986;10:95-9.
- ¹⁶ Goodship AE, Kenwright J. *The influence of induced micro-movement upon the healing of experimental tibial fractures.* J Bone Joint Surg Br 1985;67:650-5.
- ¹⁷ Kenwright J, Richardson JB, Cunningham JL, et al. *Axial movement and tibial fractures. A controlled randomised trial of treatment.* J Bone Joint Surg Br 1991;73:654-9.
- ¹⁸ Richardson JB, Gardner TN, Hardy JR, et al. *Dynamisation of tibial fractures.* J Bone Joint Surg Br 1995;77:412-6.
- ¹⁹ Müller ME, Nazarian S, Koch P. *Classification AO des fractures.* Berlin: Springer-Verlag 1987.
- ²⁰ Oestern HJ, Laque K. *Classification of post-traumatic soft-tissue lesions.* Acta Chir Belg 1992;92:228-33.
- ²¹ Reber S, Simmons T. *Interpreting injury mechanisms of blunt force trauma from butterfly fracture formation.* Journal of Forensic Sci November 2015;60:1401-11.
- ²² Gutowski C, Abrams JS, Gutowski Y. *Diagnosing segmental wedge fracture of the tibia before performing intramedullary nailing.* Am J Orthop 2013;42:369-71.

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