



Protocolli a confronto nelle fratture esposte: approccio classico e ortoplastico

Filippo Boriani^{1,a} (✉), Roberto Urso², Domenico Tigani², Edoardo Raposio¹, Giorgio De Santis³

¹Struttura Semplice di Chirurgia della Cute e Annessi Mininvasiva, Rigenerativa e Plastica, Ospedale Maggiore, Università degli Studi di Parma, Parma, Italia

²Struttura Complessa di Ortopedia e Traumatologia, Ospedale Maggiore, Bologna, Italia

³Struttura Complessa di Chirurgia Plastica Ricostruttiva, Policlinico di Modena, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italia

^aborianifilippo@gmail.com

ABSTRACT – COMPARISON OF PROTOCOLS IN OPEN FRACTURES: CLASSICAL VS ORTHOPLASTIC APPROACH

A multicentre cohort study was conducted on the surgical approach to open tibia fractures. Treatment differences allowed for comparison between orthoplastic and exclusively traditional orthopaedic approach. Out of 160 patients, 70% were cured with an orthoplastic treatment, whereas 30% were treated by an orthopaedic team. All outcome measures were statistically improved by the orthoplastic approach.

Publicato online: 31 gennaio 2019

© Società Italiana Ortopedici Traumatologi Ospedalieri d'Italia 2019

Introduzione

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, i traumi sono un'entità epidemiologica tuttora rilevante in tutto il mondo e causano disabilità permanente in individui attivi. In particolare, il trauma isolato delle estremità è frequente, colpisce 11,5 ogni 100.000 individui all'anno, e comporta un alto costo di cura con il rischio di disabilità. Una parte di queste lesioni sono fratture diafisarie tibiali esposte. Queste fratture sono note per l'alto rischio di consolidazione ritardata o pseudoartrosi. Il trattamento delle fratture tibiali esposte richiede un insieme di competenze in ambito di chirurgia ortopedica traumatologica e chirurgia plastica ricostruttiva per ottimizzare il ritorno della funzione degli arti. Il rischio di consolidazione ritardata, difettosa o non-consolidazione e di infezione profonda che complica le fratture esposte della tibia è ben noto. Le pseudoartrosi sono associate a costi sanitari molto più elevati per paziente, rispetto alla consolidazione in tempi regolari.

Le fratture tibiali esposte più gravi sono indicate come grado 3 della classificazione di Gustilo e Anderson. Si tratta di lesioni osteocutanee in cui la pelle e i tessuti molli che sovra-

stano le fratture sono ampiamente danneggiati. In questi casi, un approccio terapeutico che sia condiviso da esperti nella ricostruzione delle ossa e dei tessuti molli (vale a dire, rispettivamente, ortopedici e chirurghi plastici) è da tempo ritenuto di beneficio [1]. Il termine "ortoplastico", di recente coniato [2, 3], si riferisce a un approccio congiunto e ben coordinato alle fratture esposte. Il trattamento combinato ortoplastico è stato illustrato e raccomandato con la pubblicazione degli standard di cura da parte delle due Società scientifiche britanniche, ortopedica e plastica (British Orthopaedic Association, British Association of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery) [3].

Questa attività terapeutica congiunta è stata perfezionata e riconosciuta come standard di trattamento per lesioni complesse multitissutali in diverse strutture ospedaliere. L'ospedale Ganga in India ha aperto la strada a questa nuova filosofia di cura e ha contribuito con un importante sistema di punteggio che valuta la gravità delle lesioni. Tuttavia, questo approccio combinato non è stato universalmente adottato, con l'argomentazione che la base di evidenze a suo supporto rimane scarsa. Globalmente, molte raccomandazioni sono ancora basate sul trattamento tradizionale, che è in gran parte intrapreso dai chirurghi ortopedici [4].

Questo studio mira a valutare prospetticamente e comparare due bracci di studio e cioè quello trattato con l'approccio ortoplastico rispetto a quello gestito con il trattamento

Materiale elettronico supplementare La versione elettronica di questo articolo (<https://doi.org/10.1007/s11639-019-00304-4>) contiene materiale supplementare, disponibile per gli utenti autorizzati.

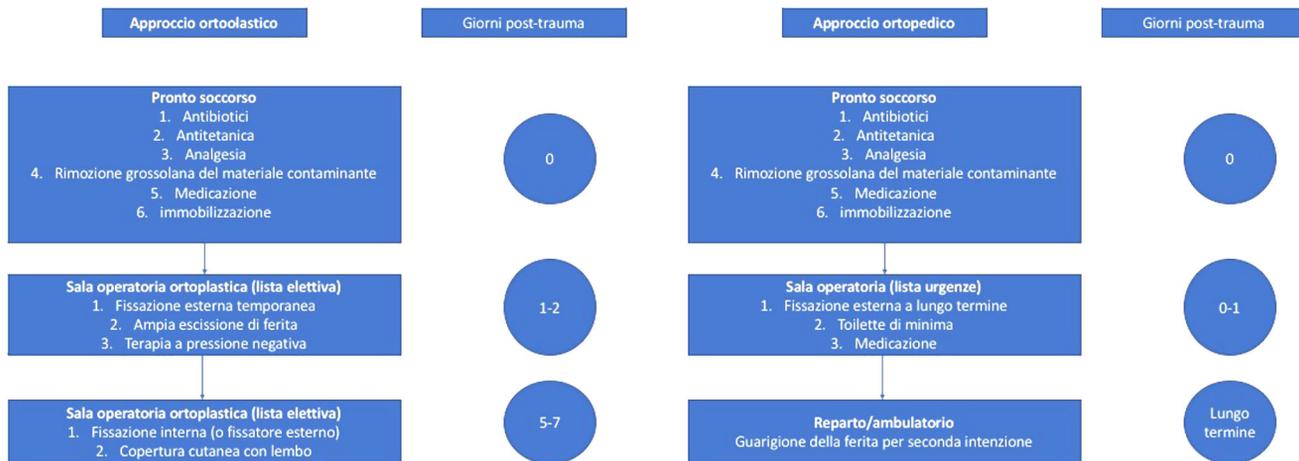


Fig. 1 - Analisi comparativa fra il trattamento ortoplastico (a) e il trattamento ortopedico semplice (b) delle fratture tibiali esposte

tradizionale non ortopedico, in diversi livelli di sviluppo dei servizi sanitari (cioè paesi sviluppati e in via di sviluppo).

Materiali e metodi

Il presente lavoro è uno studio multicentrico prospettico di coorte su fratture esposte di tibia. Tre centri sono stati inclusi nello studio, di cui due hanno applicato l'approccio ortoplastico, ovvero l'Unità di ricostruzione degli arti inferiori, North Bristol NHS Trust, Regno Unito, e il Dipartimento di chirurgia plastica, Jinnah Hospital, Lahore, Pakistan, mentre la terza, l'Unità ortopedica e traumatologica dell'Ospedale Maggiore, Bologna, ha seguito un protocollo convenzionale esclusivamente ortopedico. La raccolta dei dati e la valutazione dei risultati sono state eseguite in modo indipendente presso l'Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna.

La pratica ortoplastica stabilita nel Regno Unito è attiva dal 2006 ed è diventata un'attività microchirurgica ad alta intensità che unisce due chirurghi plastici e due chirurghi ortopedici specializzati.

La crescente pratica ortoplastica pakistana è stata creata negli ultimi 6 anni con il contributo del gruppo britannico. Il servizio si basa su un chirurgo plastico dedicato con un interesse per gli arti inferiori, in collaborazione con due chirurghi traumatologici ortopedici.

La pratica esclusivamente ortopedica italiana è basata su 33 chirurghi ortopedici esperti in fissazioni esterne e interne di fratture esposte della tibia. La collaborazione di routine in loco con chirurghi esperti nella ricostruzione di tessuti molli microchirurgici è assente.

I pazienti sono stati reclutati per 2 anni (fra gennaio 2012 e dicembre 2013) e seguiti per 1 anno dal momento dell'infortunio; pertanto, lo studio complessivo è durato 3 anni (da gennaio 2012 a dicembre 2014). La raccolta dei dati è stata simultanea al trattamento clinico e al follow-up.

Tutti i pazienti ricoverati consecutivamente nei centri traumatologici partecipanti per una frattura tibiale esposta con grave danno ai tessuti molli (principalmente di grado 3B, secondo i criteri Gustilo) sono stati inclusi nello studio e poi monitorati. Per la raccolta di dati, sono state distribuite e identificate proforma standardizzate identiche in ciascun centro studi.

Le misure di outcome studiate sono state:

1. il tempo richiesto per la guarigione dei tessuti molli, definito come il tempo che intercorre dal trauma fino alla riparazione completa dello strato di tessuto molle sovrastante il sito della frattura
2. la durata totale dell'ospedalizzazione
3. il numero di reinterventi all'osso (cambio o reinserimento di mezzi di sintesi, fusione articolare, resezione ossea e innesto osseo) oltre alla serie di interventi di routine come descritto dalla Fig. 1a, b
4. il tempo necessario per la consolidazione ossea
5. il tempo di recupero del pieno carico
6. il ripristino funzionale dell'arto (basato sul punteggio di Enneking modificato, standardizzato fra i tre centri)
7. la presenza di infezione acuta profonda (insorgenza di positività delle colture cutanea e di tessuto osseo prelevati in caso di sospetto clinico).

Il punteggio di Enneking fu originariamente introdotto per valutare il recupero funzionale dell'arto inferiore ma una versione modificata di questo punteggio e comprendente otto parametri è stata introdotta e specificamente utilizzata per le fratture esposte di tibia da Chummun e colleghi [5]. Per limitare la variabilità nel punteggio di Enneking, è stato distribuito ai valutatori un modulo proforma identico nei tre centri, per una raccolta dei dati la più possibile allineata. Tutte le misure di risultato sono state confrontate tra i due gruppi di studio.

Tabella 1 Distribuzione di dati anagrafici e clinici nei due bracci di studio e nei due sottogruppi geografici ortoplastici (Regno Unito e Pakistan)

Tipo di trattamento	Ortopedico/Chirurgia Plastica (Ortoplastico)			Ortopedico N = 44 Italia	<i>p value</i> (tutti gli ortoplastici vs ortopedici)	<i>p value</i> (UK vs Pakistan)
	Totale (UK/Pakistan) N = 110	UK N = 88	Pakistan N = 22			
Centro/Demografica						
Sesso (%)						
Maschio	82 (75)	61 (69)	21 (95)	32 (73)	0,84	0,01
Femmina	28 (25)	27 (31)	1 (5)	12 (27)		
Età (media ± DS)	43 ± 22	46 ± 22	27 ± 14	51 ± 18	0,02	0,0002
Comorbidità (%)						
Maggiore	24 (22)	24 (27)	0 (0)	5 (11)	0,21	0,0002
Minore	18 (16)	18 (20)	0 (0)	11 (25)		
Nessuna	68 (62)	46 (52)	22 (100)	28 (64)		
Fumo (%)						
Sì	40 (35)	32 (36)	8 (36)	17 (39)	0,70	0,80
No	70 (62)	56 (64)	14 (64)	27 (61)		
Ritardato trasferimento al trauma centre (%)						
Oltre una settimana	14 (13)	6 (7)	8 (36)	1 (2)	0,07	0,0011
Entro una settimana	96 (87)	82 (93)	14 (64)	43 (98)		
Lesioni associate (%)						
Maggiori	9 (8)	8 (9)	1 (5)	14 (32)		
Minori	37 (34)	25 (28)	12 (55)	14 (32)	0,0007	0,07
Nessuna	64 (58)	55 (63)	9 (41)	16 (36)		
Coinvolgimento caviglia (%)						
Articolare	24 (22)	22 (25)	2 (9)	7 (16)	0,51	0,15
Non articolare	86 (78)	66 (75)	20 (91)			
Grado di Gustilo (%)						
3C	3 (3)			2 (9)	0,6	0,10
3B	66 (76)			20 (91)		
3A	12 (14)			0 (0)		
Meno di 3	6 (7)			0 (0)		

Le Fig. 1a e 1b descrivono i punti salienti del trattamento nei bracci ortoplastico e ortopedico dello studio.

Analisi statistica

L'analisi statistica è stata svolta utilizzando StatView 5.01 per Windows (SAS Institute Inc, Cary, NC). Abbiamo ipotizzato che il tipo di intervento chirurgico, vale a dire la procedura ortopedica o ortoplastica, possa influenzare i risultati, a prescindere dal chirurgo. Inoltre, abbiamo valutato se la di-

stribuzione dei dati demografici e clinici variava nei gruppi e sottogruppi dello studio. I dati quantitativi sono stati espressi come media aritmetica più o meno l'errore standard della media (SEM), ed è stato impiegato un test t non appaiato per campioni indipendenti per confermare o rigettare la nostra ipotesi. Per le variabili categoriche sono state usate le tavole di contingenza, è stata calcolata la frequenza di distribuzione e il test chi quadro è stato usato per evidenziare le differenze fra gruppi. Per il solo parametro dell'infezione è stato

Tabella 2 Distribuzione dei metodi di copertura dei tessuti molli negli specifici bracci geografici/terapeutici

Tipo di trattamento Sottogruppo geografico	Ortoplastico <i>N</i> = 110		Ortopedico <i>N</i> = 44	Totali
	UK <i>N</i> = 88	Pakistan <i>N</i> = 22	Italia <i>N</i> = 44	
Lembo libero (%)	49 (56)	6 (27)	0 (0)	56 (36)
Lembo locale (%)	27 (30)	16 (73)	1 (2)	44 (28)
Innesto cutaneo (%)	5 (6)	0 (0)	2 (5)	7 (5)
Terapia a pressione negativa a lungo termine (%)	0 (0)	0 (0)	10 (23)	10 (7)
Seconda intenzione (%)	1 (1)	0 (0)	25 (57)	26 (17)
Chiusura primaria (%)	2 (2)	0 (0)	5 (11)	7 (4)
Amputazione sotto ginocchio (%)	4 (5)	0 (0)	1 (2)	5 (3)

calcolato un rischio relativo legato ai due differenti approcci chirurgici. L'intervallo di confidenza è stato del 95%. Un'analisi preliminare della potenza per calcolare la dimensione del campione non è stata effettuata a priori perché la letteratura sull'approccio ortoplastico non ha fornito informazioni sul decorso longitudinale di così tanti endpoint come da noi individuati. Abbiamo usato un'analisi di potenza retrospettiva per valutare l'effetto del nostro campionamento sulle differenze nei risultati. Le differenze sono state considerate clinicamente rilevanti quando l'errore di tipo I (cioè la probabilità di rigettare l'ipotesi zero quando è vera) era meno di 0,05 e l'errore di tipo II (cioè la probabilità di accettare l'ipotesi zero quando è falsa) era inferiore a 0,20. Nel caso di dati mancanti, i calcoli sono stati effettuati sulla base dei dati disponibili. È stato specificato il numero di pazienti su cui sono state basate le analisi. I pazienti persi al follow-up entro i 12 mesi definiti come follow-up sono stati considerati drop out e non inclusi nello studio.

Risultati

Dati demografici

Su 167 pazienti reclutati (Supplemento 1), vi sono stati tre decessi, tre amputazioni a causa di un arto insalvabile e un trattamento declinato entro 48 ore dall'ospedalizzazione. Nella cifra finale di 154 pazienti che hanno completato lo studio, 112 appartenevano al braccio ortoplastico (inglesi e pachistani) e 48 al braccio ortopedico (italiani), ma 6 pazienti sono stati persi al follow-up, 2 nel braccio ortoplastico e 4 in quello ortopedico.

Il meccanismo di trauma più comune è stato un incidente stradale in 99 casi (64,3%). La situazione dei dati demografici e clinici è riportata nella Tabella 1. Le comorbidità sono state divise in maggiori e minori, a seconda dell'effetto sulla cicatrizzazione dei tessuti. L'età e le lesioni associate sono state notevolmente meno favorevoli nel gruppo ortopedico rispetto al gruppo ortoplastico. I pazienti pachistani erano

notevolmente più giovani e più sani, più spesso uomini e accedenti in ritardo ai centri ortoplastici rispetto ai pazienti del Regno Unito.

Il trattamento osseo è stato invariabilmente una fissazione esterna a lungo termine in tutto il braccio ortopedico (Fig. 1b). Nel braccio ortoplastico (Fig. 1a), la fissazione esterna è stato l'approccio iniziale di routine, seguito più frequentemente dalla fissazione interna attraverso le placche (65 casi) o chiodi intramidollari (35) o meno frequentemente da fissatori esterni a lungo termine (12). La Tabella 2 mostra i metodi di ricostruzione dei tessuti molli. I lembi liberi e locali sono stati il cardine della copertura dei tessuti molli nei casi di ortoplastica, mentre la terapia a pressione negativa e le medicazioni mirate a una riparazione per seconda intenzione sono state le strategie più comuni nel braccio di studio italiano non ortoplastico. Nella Tabella 2, la categoria lembo libero include i seguenti lembi: anterolaterale di coscia (il più frequente), scapolare, radiale di avambraccio e chimera. La categoria lembo locale comprende i seguenti: emi-soleo, gastrocnemio, perforante di tibiale anteriore e posteriore, fascio-cutaneo pedunculato random, surale, plantare mediale e pedidio dorsale.

L'amputazione sotto il ginocchio è stata concordata dai due chirurghi (plastico e ortopedico) ed effettuata in quattro pazienti del sottogruppo ortoplastico del Regno Unito, in quanto il tentativo iniziale di trattamento era fallito (arto gravemente danneggiato e danno microvascolare grave al sito ricevente). Un paziente del sottogruppo ortopedico è stato amputato a causa di infortuni potenzialmente letali.

gli indicatori di risultato sono risultati più favorevoli nei pazienti sottoposti all'approccio ortoplastico (Fig. 2).

Recupero funzionale

Il Supplemento 2 illustra la progressione del recupero funzionale a 3, 6 e 12 mesi secondo il punteggio di Enneking modificato (otto parametri valutati da 0 a 5 con il punteggio migliore: 40). Il punteggio risulta superiore nel caso di trattamento ortoplastico a 3, 6 e 12 mesi ($p < 0,0001$).

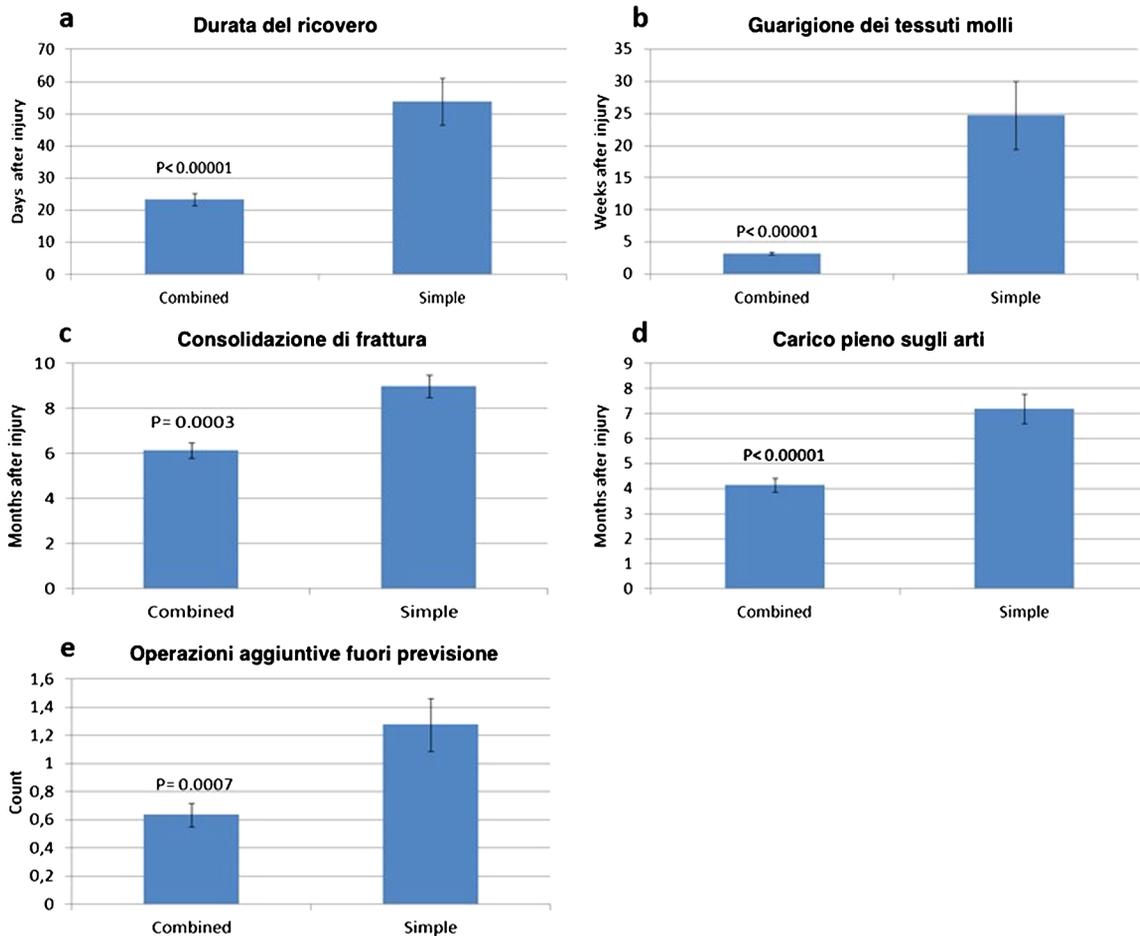


Fig. 2 - Analisi comparative di risultato fra trattamento ortoplastico (*combined*) e ortopedico (*simple*). **a** Giorni di ospedalizzazione. **b** Settimane trascorse fino a completa chiusura cutanea. **c** Mesi trascorsi fino a consolidazione ossea. **d** Mesi trascorsi fino al carico completo sulla gamba traumatizzata. **e** Numero di operazioni aggiuntive all'osso

no a consolidazione ossea. **d** Mesi trascorsi fino al carico completo sulla gamba traumatizzata. **e** Numero di operazioni aggiuntive all'osso

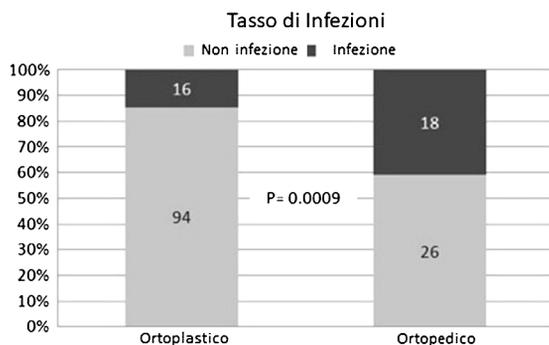


Fig. 3 - Tasso di infezione profonda/osteomielite nei due bracci di studio. Questo tasso è risultato significativamente più basso nel braccio ortoplastico rispetto a quello ortopedico ($p = 0,0009$)

Infezione

Dei 154 pazienti, 34 (22%) hanno sviluppato infezione profonda/osteomielite e hanno richiesto una terapia antibiotica prolungata (Fig. 3). Di questi, 18 provenivano dal centro italiano (puramente ortopedico). Undici casi di infezione si sono verificati nel sottogruppo del Regno Unito e cinque casi nel gruppo pakistano (coorte puramente ortoplastica). Di nuovo, in armonia con quanto già descritto su altre variabili, con l'approccio ortopedico puro si è notato un rischio più elevato rispetto all'approccio ortoplastico, in modo statisticamente significativo ($p = 0,0009$, IC 95% tra 1,3876 e 3,1525).

Discussione

Questo studio suggerisce che nel trattamento di gravi fratture esposte tibiali, l'approccio ortoplastico è associato a un risultato clinico migliore.

In linea con questo studio, la chiusura precoce dei tessuti molli, anche nelle lesioni a basso grado [6] migliora il risultato nelle fratture esposte di tibia. Una barriera cutanea intatta è un importante blocco meccanico utile a una guarigione senza infezioni e il suo rapido ripristino dopo una lesione è basilare per la prevenzione della contaminazione e delle infezioni profonde. Questo è stato recentemente dimostrato dal nostro gruppo di ricerca tramite uno studio che evidenzia la superiorità della collaborazione ortopedica e plastica simultanea rispetto a quella sequenziale nel prevenire le infezioni con le fratture tibiali esposte di grado 3 [6]. Recenti studi hanno affrontato il tema di fratture esposte di tibia e ricostruzione degli arti inferiori [7]. Per le lesioni Gustilo 3C, i tassi di salvataggio dell'arto sono migliorati tramite la microchirurgia dal 58% nel 1984 al 94% 5 anni dopo, di pari passo con l'evoluzione e la diffusione delle tecniche microchirurgiche [8, 9]. Tuttavia, gli esiti funzionali sono a volte più scadenti dopo una ricostruzione efficace che dopo amputazione precoce e protesizzazione. Una buona previsione di risultato basata su una valutazione multidisciplinare della lesione potrebbe portare alla migliore decisione sia in termini di tempo di recupero funzionale e sia in termini di costi. L'utilità di una collaborazione tra chirurghi plastico e ortopedico può anche essere estesa ad altre condizioni tipicamente ortopediche [10], come la chirurgia della mano, la copertura dei tessuti molli dopo le infezioni protesiche, i sarcomi e le malformazioni osteocutanee.

Analizzando la specifica formazione storica di ciascuno dei tre centri considerati, sono stati rilevati i seguenti aspetti:

- Regno Unito: un *trauma centre* ortoplastico consolidato è attivo da 10 anni. Chirurghi ortopedici e plastici nelle fratture esposte di tibia hanno un'organizzazione multidisciplinare consistente in due sedute chirurgiche settimanali di trauma, una riunione inter-specialistica e un protocollo d'azione ben collaudato non appena arriva un nuovo caso
- Pakistan: un sistema di sviluppo speculare rispetto al Regno Unito, in quanto l'organizzazione e le competenze chirurgiche sono state formate sulla base dell'insegnamento della squadra ortoplastica del Regno Unito, che vi si reca una volta all'anno negli ultimi 6 anni
- Italia: il centro traumatologico non ha una chirurgia plastica in loco. I chirurghi ortopedici non hanno una preparazione sofisticata di chirurgia plastica e tendono a trattare i difetti dei tessuti molli con terapia a pressione negativa a lungo termine o altre strategie di medicazione per seconda intenzione. I chirurghi plastici possono essere chiamati dall'esterno dell'ospedale, ma nel centro traumatologico non esistono né la disponibilità immediata del trattamento chirurgico plastico né le dotazioni microchirurgiche.

La più costosa gestione chirurgica iniziale con un trattamento multidisciplinare potrebbe dimostrarsi fonte di riduzione

dei costi futuri, rispetto all'approccio ortopedico semplice, se future analisi costo/beneficio confermassero questa ipotesi. In effetti, l'ospedalizzazione, gli infermieri domiciliari o servizi analoghi per la medicazione delle ferite, la riabilitazione, l'assistenza generale e così via, possono essere tutti compensati e fortemente minimizzati da un ben coordinato approccio multidisciplinare. Creare e organizzare centri superspecialistici per la gestione delle lesioni gravi dell'arto inferiore sembrerebbe essere un obiettivo ben giustificato dei sistemi sanitari in diversi contesti, come mostrato in questo studio. In effetti, questo approccio multidisciplinare dovrebbe diventare lo standard di cure in tutto il mondo e tutti i giorni. Come raccomandato da Thakore e collaboratori [7], chirurghi ortopedici e plastici dovrebbero intensificare la comunicazione e il lavoro clinico e di ricerca multidisciplinare attraverso incontri congiunti traumatologici.

La logistica per la creazione del trattamento ortoplastico rimane un ostacolo importante per alcuni sistemi sanitari. Ci sono pochissimi chirurghi plastici con le competenze necessarie in microchirurgia per essere presenti in qualsiasi centro traumatologico. Tuttavia, è decisamente ora di incoraggiare che ogni centro traumatologico importante abbia un servizio di chirurgia ortoplastica.

Conclusioni

Nel trattamento delle fratture tibiali esposte severe, l'approccio ortoplastico è risultato produrre un risultato clinico migliore rispetto all'approccio esclusivamente ortopedico. In linea con la letteratura esistente, dovrebbe essere realizzato un percorso coordinato e condiviso di tipo ortoplastico nelle fratture esposte di tibia, sia per la componente ossea, sia per i tessuti molli attraverso la chirurgia ortoplastica, con attenzione estrema ai corretti timing procedurali.

CONFLITTO DI INTERESSE Gli autori Filippo Boriani, Roberto Urso, Domenico Tigani, Edoardo Raposio e Giorgio De Santis dichiarano di non aver alcun conflitto di interesse.

CONSENSO INFORMATO E CONFORMITÀ AGLI STANDARD ETICI Tutte le procedure descritte nello studio e che hanno coinvolto esseri umani sono state attuate in conformità alle norme etiche stabilite dalla dichiarazione di Helsinki del 1975 e successive modifiche. Il consenso informato è stato ottenuto da tutti i pazienti inclusi nello studio.

HUMAN AND ANIMAL RIGHTS L'articolo non contiene alcuno studio eseguito su esseri umani e su animali da parte degli autori.

Bibliografia

1. Naique SB, Pearse M, Nanchahal J (2006) Management of severe open tibial fractures: the need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres. *J Bone Jt Surg, Br* 88:351–357

2. Khan U, Boriani F, Baldini N (2013) Orthoplastics: an evolving concept for integrated surgical care of complex limb trauma and abnormality. *Plast Reconstr Surg* 131:313e–314e
3. Nanchahal J, Nayagam S, Khan U et al (2009) Standards for the management of open fractures of the lower limb. The Royal Society of Medicine Press, London. <http://www.bapras.org.uk/professionals/clinical-guidance/open-fractures-of-the-lower-limb>. Accessed on 2012
4. Allison K, Wong M, Bolland B et al (2005) The management of compound leg injuries in the West Midlands (UK): are we meeting current guidelines? *Br J Plast Surg* 58:640–645
5. Chummun S, Wright TC, Chapman TW, Khan U (2015) Outcome of the management of open ankle fractures in an ortho-plastic specialist centre. *Injury* 46:1112–1115
6. Mathews JA, Ward J, Chapman TW et al (2015) Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo Anderson grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates. *Injury* 46:2263–2266
7. Thakore R, McClure DJ, Sathiyakumar V et al (2014) The effect of flap coverage on length of stay and costs for patients with fractures of the tibia. *Plast Reconstr Surg* 133:444e–445e
8. Boriani F, Bruschi S, Fracalvieri M, Cipriani R (2010) Leg perforators and leg length: an anatomic study focusing on topography and angiogenesis. *Clin Anat* 23:593–605
9. Boriani F, Bogetti P (2009) Lower leg perforators and bone growth. *Plast Reconstr Surg* 123:1134–1135
10. Lerman OZ, Kovach SJ, Scott Levin L (2010) The respective roles of plastic and orthopedic surgery in limb salvage. *Plast Reconstr Surg* 127:215–227