FOCUS

Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia
2016;42:251-259

Il trattamento delle fratture isolate o nel politrauma, ovvero *Fracture Care vs Orthopaedic Trauma Surgery*

Orthopaedic Trauma Surgery vs Fracture Care: what is the difference?

Massimo "Max" Morandi[1] *(foto)*
Todd Jaeblon[1]
Mark T. Garon[1]
Sebastiano "Seby" Mangano[2]

[1] Department of Orthopaedic Surgery, Louisiana State University Health Sciences Center, University Health Level One Trauma Center, Shreveport, Louisiana, USA; [2] Clinica Ortopedica, A.U.O. Policlinico-Vittorio Emanuele, Catania

Riassunto

Il trattamento di una qualsivoglia frattura deve soddisfare tre obiettivi fondamentali: ripristino della funzionalità, attenuazione del dolore ed al tempo stesso riduzione al minimo dei rischi generali e locali per il paziente. In un soggetto con fratture conseguenti ad un politrauma, questi obiettivi rimangono sì cruciali, ma risultano anche subordinati alla sopravvivenza stessa del paziente e alla prevenzione delle complicanze, sia dello stato generale che della funzionalità dei vari organi. Diversi fattori potranno in effetti alterare le normali priorità e costringere a compromessi nella scelta delle strategie terapeutiche, così come nelle aspettative dei risultati. Tali fattori includono la fisiologia del paziente, la complessità della frattura e delle lesioni delle parti molli, le limitazioni logistiche imposte dalle lesioni associate o da apparecchi esterni (ad es. apparecchi gessati, pace-makers, fissatori esterni, cateteri, stomie) senza contare i possibili impedimenti di comunicazione causati dall'obtundimento o coma del paziente. La riduzione e la stabilizzazione delle fratture, specie delle ossa lunghe, ma anche dell'arto superiore, sono oggi trattate con successo con metodiche standardizzate in ogni ospedale. Esistono in Italia centri di eccellenza e sono senza dubbio la maggioranza, nel pubblico e nel privato, per la cura di lesioni traumatiche scheletriche isolate, mantenendo viva la più nobile tradizione ortopedica italiana. Sono viceversa meno numerosi i Trauma Center. Negli Stati Uniti la percentuale di Level One Trauma Centers è elevata e consente di trattare in emergenza i pazienti politraumatizzati ed in urgenza anche coloro che hanno riportato fratture semplici od isolate. Scopo di questa revisione è favorire appunto il riconoscimento e la comprensione delle differenze tra il trattamento delle fratture isolate (*fracture care*) ed il trattamento delle fratture nel paziente politraumatizzato (*orthopaedic trauma surgery*).

Parole chiave: politrauma, trattamento delle fratture, fratture isolate, damage control, trattamento precoce appropriato

Summary

The three elemental goals of treating any fracture are to optimize function and decrease pain, while minimizing risks incurred by the patient. When considering patients with fractures as a result of polytrauma, these same goals remain crucial, but become subordinate to survival and the prevention of physiologic or organ system complications. Multiple factors will alter priorities and force compromises in treatment strategies and expectations, including patient physiology, complexity of fracture and soft tissue injury, logistical limitations imposed by associated injuries or external devices, and impediments to patient input. In a Level One Trauma Center the orthopaedic surgeons treat both isolated, simple fractures as wll as those sustained by politraumatized patients. The experience gained in this setting is crucial to the understanding of the timing and the priorities of fracture management. Great, successful fracture care can be achieved in patient management even in patient not brought to a Trauma Center. The purpose of this review is to aid in recognition and understanding of the differences between isolated fracture care and fracture treatment in the polytrauma patient (orthopaedic trauma surgery).

Key words: *polytrauma, fracture care, isolated fracture, damage control, early appropriate care*

Indirizzo per la corrispondenza:
Massimo "Max" Morandi MD, FACS
Professor and Interim Chairman
Department of Orthopaedic Surgery
Louisiana State University Health Sciences Center
Shreveport, LA, 71103 USA
E-mail: mmoran@lsuhsc.edu

Introduzione

Il ripristino della funzionalità in assenza di dolore è l'obiettivo fondamentale del trattamento delle fratture, conseguito grazie all'allineamento stabile e alla riduzione anatomica delle superfici articolari, attraverso approcci chirurgici familiari al chirurgo. Questo tipo di comportamento, comune e ideale nei traumi a bassa energia o nelle fratture isolate, nei traumi ad alta energia e nei pazienti con politraumatismi deve essere viceversa valutato in base a diverse priorità anche logistiche, a pazienti fisiologicamente compromessi ed a temporane attese nel trattamento.

Differenze

Due elementi principali che differenziano il trattamento delle fratture isolate dal trattamento dei politraumi sono l'energia del trauma e le condizioni generali del paziente.
La capacità di un oggetto in movimento, sia esso il paziente o un oggetto contundente, di creare una lesione è proporzionale alla sua energia cinetica. Quest'ultima è determinata dalla massa, dall'area di contatto e, soprattutto, dalla velocità: E=1/2mv2. Il trasferimento di questa energia al paziente si trasforma in lavoro attraverso lo spostamento o la deformazione [1].
Ogni tipo di tessuto ha una diversa tolleranza alla rottura che dipende dal trasferimento di energia, dal materiale e dalla geometria. Ad esempio, l'energia trasferita ad una tibia con un movimento di rotazione durante un blando trauma sciistico è stimata essere tra 40-65 kg/m, mentre quella di un trauma diretto da paraurti a 35 km/h è circa trenta volte maggiore [2].
I fattori soggettivi che differenziano un paziente politraumatizzato da un paziente con una frattura isolata a bassa energia sono le lesioni associate, le alterazioni fisiologiche, il compromesso processo di guarigione, e la frequente impossibilità del paziente a comunicare attivamente e partecipare quindi al processo decisionale [3-9].

Priorità

Nel trattamento della frattura isolata, gli obiettivi di un buon recupero della funzionalità, la diminuzione del dolore ed il contenimento dei rischi possono essere tutti conseguiti utilizzando tecniche chirurgiche standard. Da queste tecniche di routine ci si possono attendere risultati più prevedibili con una limitata impedenza, al contrario di quanto avviene nei pazienti con traumi ad alta energia e lesioni dei tessuti molli o traumi multipli, nei quali la aggiunta di lesioni locali o sistemiche può influenzare il trattamento [10 11].
Allorquando si ha a che fare con un soggetto politraumatizzato anche la sopravvivenza del paziente stesso diventa una ulteriore priorità, che non viene viceversa incontrata quando si trattano frattura isolate semplici [4 6-8 12 13].
La importanza di ripristinare una ottimale funzionalità dei segmenti scheletrici coinvolti ed il controllo del dolore assumono inevitabilmente una diversa rilevanza in questi pazienti, dato che frequentemente sono presenti compromissione delle parti molli e perdite di sostanza ossea [14].
La stabilità delle lesioni dell'anello pelvico associata ad emorragie potenzialmente fatali gioca un ruolo di primo piano nella rianimazione del paziente, con miglioramento della sopravvivenza iniziale. Il chirurgo ortopedico deve essere in grado di riconoscere la tipologia di lesioni pelviche a rischio di emorragia e intervenire prontamente con le misure appropriate, quali la stabilizzazione temporanea o permanente, il packing pelvico, o identificando i pazienti che possono trarre beneficio dall'embolizzazione. La stabilizzazione delle ossa lunghe, dell'anca e dell'anello pelvico, il debridement delle ferite aperte e la decompressione delle potenziali sindromi compartimentali possono contribuire a evitare un peggioramento delle condizioni sistemiche del paziente nonché del danno ai tessuti molli [12 15-18]. La tempistica e il tipo di stabilizzazione delle fratture di femore, in particolare, influenzano significativamente il rischio di morbidità e mortalità (*Damage Control*).

Limitazioni

Per quanto ogni paziente sia unico nel suo genere, il trattamento e i risultati delle fratture isolate sono solitamente abbastanza prevedibili [19 20] e sono pochi in genere gli ostacoli che si frappongono al raggiungimento di un risultato favorevole (guarigione senza reliquati).
Al contrario, i pazienti politraumatizzati presentano un'infinita combinazione di possibili impedimenti ad arrivare ad un felice risultato di guarigione. A differenza delle fratture isolate, i pazienti politraumatizzati spesso non sono ad esempio idonei ad una stabilizzazione precoce. Di conseguenza, le riduzioni delle fratture divengono più complesse e richiedono tempi più lunghi; anche brevi ritardi nella tempistica di gestione di queste lesioni possono generare complicanze quali la necrosi tissutale e l'esposizione del focolaio. Paradossalmente, le fratture complesse a rischio di compromissione dei tessuti molli sono più idonee ad una stabilizzazione posticipata, che consenta di evitare cosìeventuali problemi di chiusura delle ferite, deiscenza e infezioni [10 11 21-26]. La stabilizzazione precoce definitiva delle fratture, in particolare delle ossa lunghe, che dal punto di vista tecnico è considerata di routine nelle lesioni semplici isolate, diventa potenziale causa di morbidità e mortalità in un paziente fisiologicamente "borderline" o in coloro che presentano associate gravi lesioni cranio/encefaliche, addominali o toraciche [4 5 7 8 12 15 18].

Il chirurgo ortopedico traumatologo deve avere un'idonea comprensione di codeste evenienze, così come solitamente è consapevole delle comuni complicanze associate al trattamento delle fratture isolate semplici. Il paziente traumatizzato può inoltre causare problemi logistici in sala operatoria.
Le condizioni del paziente, la presenza di altre lesioni o precedenti incisioni chirurgiche vicine alla sede della frattura possono imporre limitazioni nel posizionamento sul tavolo operatorio, nell'approccio chirurgico e nella scelta del mezzo di sintesi [12 13]. Il chirurgo può imbattersi in fratture che impongono vie di accesso differenti da quelle comunemente o preferibilmente utilizzate per esporre lo stesso segmento scheletrico. Tutto ciò richiede un buon grado di creatività e di disponibilità ad accettare compromessi e spesso solo la esperienza maturata in anni di lavoro può aiutare.
Il trattamento delle lesioni isolate a bassa energia è generalmente preceduto da una discussione con il paziente e dal suo coinvolgimento nel processo decisionale. Questo può rivelarsi impossibile nel paziente politraumatizzato, che può essere non cosciente o in un alterato stato cognitivo per lungo tempo.
Le procedure di emergenza giustificano legalmente e deontologicamente un intervento chirurgico in un paziente obnubilato ed inabile a produrre qualsivoglia consenso al trattamento. Viceversa, posticipare interventi chirurgici ricostruttivi complessi poiché un paziente continua ad essere incapacitato mentalmente rende tali interventi ancora più complicati. Anche in presenza di familiari autorizzati a prendere decisioni per conto del paziente, lo stress, il disaccordo e l'incertezza possono complicare il percorso terapeutico.
Nelle fratture isolate ad alta energia, spesso le maggiori limitazioni sono imposte dallo stato delle parti molli [13]. A differenza delle fratture esposte di minima entità o delle fratture chiuse a bassa energia, le lesioni ad alta energia sono maggiormente a rischio di infezione, non consolidazione ed amputazione. Sono più spesso associate a caratteristiche tipiche di una frattura complessa, o richiedono riparazioni intraoperatorie di strutture muscolotendinee e legamentose che non erano state anticipatamente previste nel pre-operatorio.
Le riduzioni diventano più difficili a causa dei tessuti molli interposti, dell'assenza di ligamentotassi e dei ritardi nell'andare in sala operatoria.
Tutti questi fattori contribuiscono a risultati sub-ottimali [10 13 22-24 26-33].
La complessità della stessa frattura può creare difficoltà nella scelta di quell'approccio chirurgico ottimale che possa consentire una buona esposizione senza devitalizzare i tessuti. Le fratture esposte con perdita di sostanza ossea e delle parti molli pongono i maggiori ostacoli al trattamento delle fratture ad alta energia; anche il tipo di frattura più semplice può trasformarsi in un enorme incubo.
Benché sia possibile ottenere una ferita pulita e senza tensione dei bordi, questa soluzione potrebbe rivelarsi non sufficientemente prudente per eseguire una fissazione interna, a causa di una vascolarizzazione potenzialmente già compromessa.
Può essere necessario ricorrere a metodiche di fissazione od a vie di accesso chirurgiche alternative e meno desiderabili. I difetti delle parti molli pongono simili problematiche, oltre alla necessità di effettuare trapianti di lembi per ottenere risultati ottimali. Il chirurgo deve dunque concepire un piano terapeutico che tenga conto non solo della stabilizzazione della frattura, ma anche della gestione dei tessuti molli. Ciò dovrebbe idealmente avvenire entro 3-7 giorni [12-14].
A differenza del trattamento del paziente con una frattura isolata, quello dei pazienti politraumatizzati implica la necessità di confrontarsi con le loro condizioni sempre in continua evoluzione. La loro labile fisiologia e la condizione delle ferite possono richiedere repentini cambiamenti della strategia del trattamento, persino nelle 24 ore precedenti a un intervento chirurgico già programmato, richiedendo una nuova pianificazione dell'approccio terapeutico in un contesto organizzativo solitamente denso di impegni. Il trattamento di una frattura isolata a bassa energia in un paziente giovane è coordinato dal chirurgo ortopedico. Il paziente politraumatizzato richiede un trattamento coordinato che coinvolge non solo il chirurgo ortopedico, ma anche figure professionali quali ad esempio il chirurgo generale d'urgenza, il neurochirurgo, il chirurgo vascolare, il chirurgo plastico e l'anestesista. Ciò implica che il chirurgo ortopedico debba eseguire un intervento chirurgico in un arco di tempo ben determinato e dettato anche dalle necessità o priorità delle altre discipline chirurgiche che si prendono cura di quello stesso paziente, tenendo conto che tutto deve avvenire all'interno di una finestra temporale adeguata.
Le fratture riportate nel contesto di un politrauma e quelle caratterizzate da alta energia, sia esposte che non, sono associate a peggiori risultati e ad una maggiorie incidenza di complicazioni, attribuibili ad una serie di fattori locali quali ad esempio la complessità della frattura, lo stato dei tessuti molli, la energia del trauma. Jones ha analizzato retrospettivamente 69 fratture dell'omero trattate con placche a stabilità angolare in 66 pazienti, riportando nei pazienti politraumatizzati un punteggio peggiore dello *Short Musculoskeletal Function Assessment score* e una ridotta mobilità a due anni dall'intervento [27]. In uno studio prospettico su 122 pazienti con fratture del radio distale sottoposte a sintesi con placca volare, Roh ha concluso

che la gravità delle fratture e i traumi ad alta energia erano associati ad un ritardo nel recupero funzionale [28]. SooHoo ha identificato 57.183 casi sottoposti a riduzione cruenta e sintesi interna per fratture del malleolo laterale, fratture bimalleolari e trimalleolari. La presenza di una frattura esposta e la complessità stessa della frattura sono risultate essere fattori di rischio per futuri reinterventi di artrodesi e artroplastica [26]. In uno studio su 262 pazienti sottoposti a trattamento chirurgico di fratture di tibio-tarsica, Ovaska ha identificato che le fratture-lussazioni e la gravità delle lesioni chiuse delle parti molli sono fattori predittivi di infezione profonda [32]. In un'analisi retrospettiva di 32 pazienti con frattura-lussazione di Lisfranc, Demirkale ha rilevato che i pazienti con lesioni più gravi dei tessuti molli avevano un *American Foot and Ankle Society Score* e *Foot and Ankle Disability Index* significativamente inferiore ad un follow-up medio di 55 mesi dall'intervento [33]. In uno studio retrospettivo su 83 fratture bicondilari del piatto tibiale trattate con fissazione interna, Barei ha ottenuto una riduzione accurata delle superfici articolari solo nella metà dei casi, sostenendo che il politraumatismo nonché la gravità della frattura erano fattori di rischio per un peggioramento del *Musculoskeletal Functional Assessment score* [34].

Le condizioni fisiopatologiche indotte dal trauma sono state riconosciute come causa di maggiori complicanze. In due diversi studi, Karunakur e Richards hanno riscontrato un'associazione significativa tra lo stato iperglicemico indotto dallo stress nei pazienti traumatizzati e l'infezione delle ferite [35 36]. Le calcificazioni eterotopiche possono presentarsi più frequentemente nei traumi ad alta energia e nei traumi multipli rispetto a quanto avviene nelle lesioni a bassa energia. Foruria ha riportato i risultati del trattamento chirurgico di 142 fratture e fratture-lussazioni di gomito a carico della porzione prossimale del radio o dell'ulna. Le fratture di omero distale e le fratture-lussazioni erano associate a maggiori calcificazioni eterotopiche. La prevalenza delle calcificazioni era inoltre maggiore nei pazienti con lesioni esposte e traumi toracici gravi [37]. In uno studio su 156 pazienti sottoposti a trattamento chirurgico per fratture dell'omero distale o una frattura-lussazione di gomito, Douglas ha riscontrato come la gravità delle lesioni fosse un fattore di rischio indipendente per calcificazioni eterotopiche di classe 3 o 4 di Brooker [38]. La situazione è resa ancora più complessa dal fatto che spesso i pazienti politraumatizzati non possono essere sottoposti a recupero precoce dell'articolarità e a fisioterapia supervisionata, elementi chiave del recupero dopo una frattura. Castillo, utilizzando i dati del *Lower Extremity Assessement Project* ha riscontrato come una parte significativa dei pazienti con traumatismi severi degli arti inferiori non riceva le dovute cure fisioterapiche [39].

Strategia

Alcuni concetti strategici possono aiutare a minimizzare le difficoltà incontrate dai pazienti politraumatizzati e con fratture ad alta energia. Tali priorità includono non solo la sopravvivenza del paziente, ma anche la sopravvivenza degli arti. Il traumatologo ortopedico deve cercare una copertura vascolare di rivestimento che possa tollerare ad esempio i tentativi di ricostruzione ossea, al fine di restituire al paziente un arto funzionale e non dolente [13]. Diversi stati fisiopatologici sono stati descritti come possibili concause di vulnerabilità nel paziente politraumatizzato. L'attivazione del sistema immunitario in risposta al danno tissutale, conosciuto come SIRS (*Systemic Inflammatory Response Syndrome*), è caratterizzata a livello cellulare da un aumento dell'attivazione del complemento e dei neutrofili ed anche da un aumento della permeabilità vascolare. In associazione alla SIRS, si sviluppa una alterata soppressione dell'immunità acquisita, definita "*Compensatory Anti-inflammatory Response Syndrome*" (CARS). Il tempo di insorgenza di questi stati è controverso, tuttavia è noto che ulteriori danni o insulti tissutali, come ad esempio atti chirurgici ripetuti, ipossia cellulare o perdita ematica pronunciata possono far precipitare il paziente verso il declino fisiologico ed anche la morte [40].

Lo sviluppo della SIRS e/o CARS nel paziente politraumatizzato è imputabile della instaurazione di una vulnerabilità fisiologica verso ulteriori complicanze, come la sindrome da distress respiratorio acuto (ARDS), la coagulazione intravasale disseminata (CID) e/o l'insufficienza multiorgano (MOF). Un unico evento traumatico grave può portare allo shock emorragico, alla SIRS e in ultima istanza alla MOF ed è definito "one-hit model". Il "two-hit-model" prevede invece un trauma iniziale meno grave e l'instaurarsi di una MOF secondaria ad un secondo insulto, come ad esempio ripetute trasfusioni, sepsi, atti chirurgici ripetuti, la osteosintesi delle ossa lunghe e l'embolia grassosa [41]. Gli interventi di *damage control orthopaedics* (DCO) sono oggigiorno largamente accettati come forma di stabilizzazione temporanea, con il fine di evitare il "second-hit" e gestire in maggiore sicurezza questi pazienti compromessi da un punto di vista sistemico [4 8 15].

Utilizzando i concetti della *damage control orthopaedics* (DCO), l'ortopedico traumatologo cerca di raggiungere un equilibrio tra i rischi e i benefici che un trattamento definitivo più estensivo potrebbe offrire in presenza di lesioni associate ed parametri fisiologici alterati, quali lo stato di shock, le coagulopatie, la febbre, e le lesioni d'organo, che guidano il chirurgo nella gestione delle fratture delle ossa lunghe, in particolare quelle a carico femore [4 5 7 8] (Figg. 1-3). La conoscenza di questi concetti, e il riconoscimento degli elementi essenziali sottostanti, consentono di evitare possibili complicanze. A differenza della "fracture

Figura 1. Paziente politraumatizzato con gravi lesioni cerebrali, emo-pneumotarace sin., lesione splenica, frattura esposta 3 b segmentaria femore sinistro, frattura tibia sin. Schatzker 3, frattura esposta rotula, frattura chiusa olecrano e prossimale omero sin. Ustione di 3 grado tibia distale destra.

care", che generalmente consiste in un trattamento definitivo pianificato, nel contesto della chirurgia del politrauma, il chirurgo ortopedico traumatologo deve essere a conoscenza delle migliori opportunità in termini di tempistica di intervento chirurgico per il trattamento per ogni singola lesione, tenendo conto dello stato generale del paziente, e delle condizioni e della copertura dei tessuti molli.
Un trauma a bassa energia può permettere una esposizione chirurgica diretta e la riduzione anatomica dei frammenti ossei interessati, mentre i traumi ad alta energia sono molto suscettibili al danno vascolare. La precaria natura della vascolarizzazione extraossea richiede in questi casi il maggiore rispetto dell parti molli. Non solo i frammenti di frattura sono ampiamente deperiostati dallo stesso trauma iniziale, ma qualsiasi metodo di fissazione con placca, sia mini-invasivo che non, può ulteriormente danneggiare la vascolarizzazione dei frammenti. Borrelli ha dimostrato un

Figure 2, 3. Lavaggio e pulizia chirurgica, ampliamento della lesione parti molli e sbrigliamento. Applicazione di fissatori esterni (Dolphix™, CiTiEffe, Bologna, Italia) al femore sin. e tibia sin. Fissatore esterno a ponte a destra.

significativo incremento del danno alla vascolarizzazione extraossea della tibia distale in seguito a fissazione diretta con placca (ORIF) rispetto alla fissazione percutanea con placca. Entrambi i metodi apportavano comunque un danno della vascolarizzazione [42]. Il trattamento delle fratture esposte di alto grado richiede la conoscenza delle indicazioni od anche la capacità di eseguire trasposizioni di tessuti molli per facilitare il planning chirurgico ed anche da ultimo salvare l'arto. La classificazione AO e di Tscherne sono state sviluppate per definire i livelli di gravità del danno ai tessuti molli nelle fratture non esposte [43 44]. Allo stesso tempo è importante essere in grado di riconoscere il miglioramento delle condizioni dei tessuti molli per il planning chirurgico: i tessuti dovrebbero essere morbidi, detesi e produrre grinze e le flittene dovrebbero essere epitelizzate [25] (Figg. 4-6). Evitare la fissazione diretta e immediata in aree di danno cutaneo a tutto spessore e con necrosi fino a che non venga eseguito una ampia pulizia chirurgica e non sia possibile una sutura senza tensione o la copertura con un lembo libero. Aree di sofferenza dei tessuti molli più piccole, o quelle con un ampio tessuto vascolare sottostante possono essere tenute sotto osservazione se non si riscontrano segni di infezione.
Anche la preparazione all'intervento chirurgico nei pazienti politraumatizzati o con traumi ad alta energia può divenire complicata.

Figura 4. Frattura-lussazione esposta, isolata, tibio-tarsica destra.

Figura 5. Irrigazione e pulizia chirurgica in emergenza.

Alcuni concetti chiave sono fondamentali in questi casi.

1. Per prima cosa è fondamentale stabilire un'adeguata linea di comunicazione non solo con i pazienti e i familiari, ma anche con tutti i servizi coinvolti nella cura del paziente.
2. Allorquando si pianificano interventi chirurgici in più distretti, è necessaria una programmazione ben collaudata che possa permettere un intervento chirurgico facile da eseguire ed altrettanto facilmente permettere il passaggio da un'estremità all'altra per il chirurgo, per il team di sala operatoria e per l'apparecchio radiologico, senza che tutto questo interferisca con l'anestesia.
3. Questo particolare gruppo di pazienti trae beneficio da interventi chirurgici che favoriscono in primo luogo la sopravvivenza e il miglioramento dello stato generale, invece che da interventi focalizzati al trattamento della frattura più complessa.
4. Mentre nelle fratture isolate il posizionamento del paziente è generalmente di routine, nei pazienti politraumatizzati od in quelli con lesioni complesse si deve

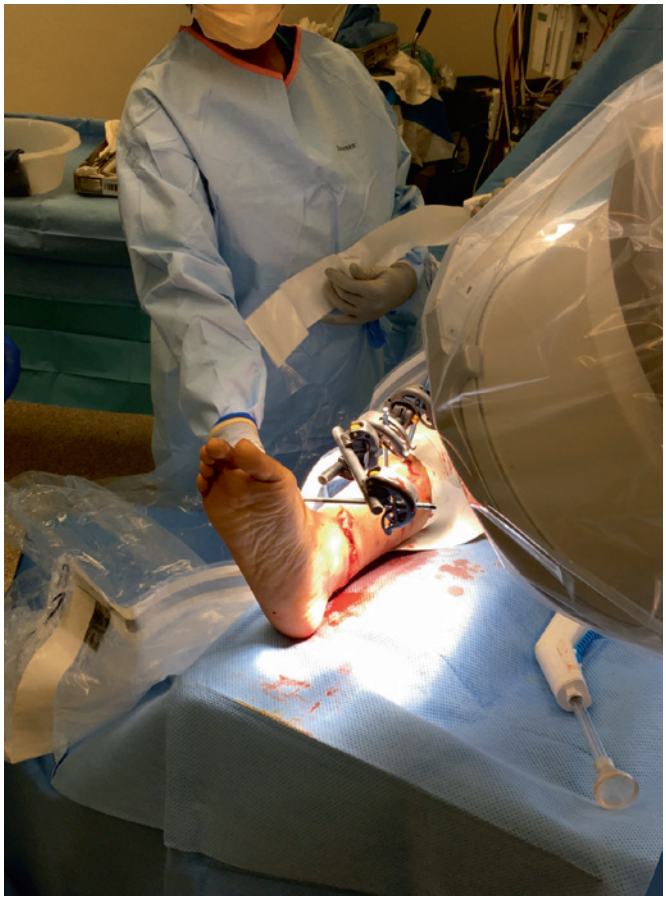

Figura 6. Riduzione e stabilizzazione con fissatore esterno tipo Dolphix™, CiTiEffe, Bologna, Italia.

tenere conto di tutte le possibili necessità di posizionamento delle altre specialità che si prendono cura di quel paziente.

5. È necessario elaborare un piano di stabilizzazione definitiva che non comprometta la biologia locale e non porti a infezioni e non-consolidazioni.
6. Se necessario bisogna adottare il concetto di "staging" nel trattamento delle fratture complesse. È necessario essere opportunisti e concentrarsi sugli gli elementi di fondamentale importanza per la stabilizzazione, come nel caso di una frattura periarticolare esposta si potrà procedere alla trazione con un fissatore esterno, o fissazione mini-invasiva dei monconi di frattura per poi reintervenire quando lo stato dei tessuti molli e le possibilità di posizionamento del paziente saranno più favorevoli (*Early Appropriate Care* - Trattamento Precoce Appropriato). Queste tattiche si sono rivelate di particolare successo nel trattamento delle fratture del piatto tibiale, del pilone tibiale, della caviglia e del mediopiede [10 21 22 24 45].
7. È importante assicurarsi che la fissazione iniziale provvisoria non metta a repentaglio i successivi interventi chirurgici.
8. Prepararsi per interventi chirurgici successivi pianificando come potere includere con una certa sicurezza le ferite traumatiche nell'accesso chirurgico, o la metodica necessaria a ottenere l'esposizione di diverse lesioni traumatiche nello stesso arto senza ricorrere ad eccessive dissezioni anatomiche a scapito della vascolarizzazione. Quando si ha a che fare con una ferita che richiede una ampia estensione per la esplorazione della frattura, bisogna cercare di evitare di creare angoli acuti ed è preferibile ampliare l'accesso verso zone con una vasta muscolatura sottostante (tipo plastica cutanea a zeta). Alcune fratture periarticolari ad alta energia possono giovarsi della fissazione esterna definitiva con una tecnica mini-invasiva o percutanea per la riduzione e la stabilizzazione delle superfici articolari. La scelta di un simile approccio non è solo dettata dalla complessità della frattura e dal danno ai tessuti molli, ma anche dal riconoscimento di quei casi in cui questa strategia possa rivelarsi più ideale, stando alla esperienza dell'operatore (ad es. scelta di fissatore esterno circolare a fili o monoassiale) [46]. In sala operatoria, le lesioni ad altri organi o arti non devono essere compromesse per ottenere una esposizione adeguata. È necessario prestare attenzione a proteggere gli arti con una opportuna imbottitura, avendo cura a come vengono posizionati sul tavolo operatorio. Bisogna inoltre individuare possibili ostacoli all'imaging intraoperatorio. La visualizzazione con amplificatore di brillanza può essere ostruita da altre lesioni o da problemi fisiologici come ad esempio la presenza di aria nella cavità addominale o residui di mezzo di contrasto, che possono portare ad esempio ad una visualizzazione subottimale dell'anello pelvico. Prima di iniziare l'intervento è imperativo accertarsi che si riesca ad ottenere una buona visualizzazione con la scopia. Piccoli adattamenti nella posizione sono spesso sufficienti a questo scopo, ma se l'ostacolo è ancora presente, è fondamentale avere un'alternativa che possa risolvere questi problemi prima dell'intervento.
9. Data la complessità delle lesioni e la possibilità di imbattersi in problematiche inattese o complicanze, è necessario avere un piano operatorio principale da eseguire, tenendo presente eventuali altri piani alternativi.

Come avviene nella riduzione di ogni frattura, è auspicabile ottenere la ricostruzione dell'anatomia. Tuttavia, a causa dei rischi dei traumi ad alta energia, la riduzione anatomica e l'ottenimento di radiografie perfette non deve andare a scapito della biologia e della preservazione dei tessuti [22 24]. Se la copertura dei tessuti molli e la guarigione dell'osso

sono compromessi, l'iniziale entusiasmo per una riduzione anatomica può trasformarsi successivamente in un complesso intervento di salvataggio dell'arto.

Conclusioni

Gli obiettivi di ripristinare la funzionalità e ridurre il dolore, limitando tutti i possibili rischi per il paziente, rimangono gli elementi chiave nel trattamento di ogni frattura. I traumi complessi ad alta energia e i politraumi richiedono la capacità di riconoscere e gestire tutta una serie di nuove priorità, tra cui la sopravvivenza del paziente, la prevenzione di complicazioni sistemiche, la guarigione od il ripristino funzionale delle parti molli [47-52]. Il trattamento di queste lesioni è complicato da limitazioni biologiche e logistiche. Le complicanze non sono certo rare, e i risultati possono essere anche scadenti. La conoscenza della fisiopatologia sistemica e degli arti e la pianificazione dei diversi stadi del trattamento possono consentire di minimizzare molti di questi problemi.

Ringraziamento

Gli autori ringraziano il Dott. Alan Dovesi per la preziosa collaborazione.

Bibliografia

1 Frankel VH, Burstein AH. *Orthopaedic biomechanics: the application of engineering to the musculoskeletal system*. Philadelphia: Lea and Febiger 1971, pp. 77-81.

2 Chapman MW. *Role of bone stability in open fractures: instructional course lectures, the american academy of orthopaedic surgeons*. St. Louis: C.V. Mosby 1982, Vol. 31, pp. 75-87.

3 Borrelli J Jr, Pape C, Hak D, et al. *Physiological challenges of bone repair*. J Orthop Trauma 2012;2612:708-11.

4 Pape HC, Tornetta P 3rd, Tarkin I, et al. *Timing of fracture fixation in multitrauma patients: the role of early total care and damage control surgery*. J Am Acad Orthop Surg 2009;17:541-9.

5 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.

6 Vallier HA, Super DM, Moore TA, et al. *The effects of timing of surgery on initial hospital course. Do patients with multiple system injury benefit from early fixation of unstable axial fractures?* J Orthop Trauma 2013;27:405-12.

7 Giannoudis PV. *Surgical priorities in damage control in polytrauma.* J Bone Joint Surg Br 2003;85:478-83.

8 D'Alleyrand JC, ÒToole RV. *The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care*. Orthop Clin North Am 2013;44:499-507.

9 Sava J, Ciesla D, Williams M, et al. *Is informed consent in trauma a lost cause? A prospective evaluation of acutely injured patients' ability to give consent.* J Am Coll Surg 2007;205:405-8.

10 Brumback RJ, McGarvey WC. *Fractures of the tibial plafond. Evolving treatment concepts for the pilon fracture*. Orthop Clin North Am 1995;26:273-85.

11 Hahn DM. *Current principles of treatment in the clinical practice of articular fractures*. Clin Orthop Relat Res 2004;423:27-32.

12 Tscherne H, Regel G, Pape HC, et al. *Internal fixation of multiple fractures in patients with polytrauma*. Clin Orthop Relat Res 1998;347:62-78.

13 Simpson NS, Jupiter JB. *Complex fracture patterns of the upper extremity*. Clin Orthop Relat Res 1995;318:43-53.

14 Liu DS, Sofiadellis F, Ashton M, et al. *Early soft tissue coverage and negative pressure wound therapy optimises patient outcomes in lower limb trauma*. Injury 2012;43:772-8.

15 Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, et al. *External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics*. J Trauma 2000;48:613-21.

16 Routt ML Jr, Simonian PT, Ballmer F. *A rational approach to pelvic trauma. Resuscitation and early definitive stabilization*. Clin Orthop Relat Res 1995;318:61-74

17 Gandhi RR, Overton TL, Haut ER, et al. *Optimal timing of femur fracture stabilization in polytrauma patients: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma*. J Trauma Acute Care Surg 2014;77:787-95.

18 Stahel PF, Mauffrey C, Smith WR, et al. *External fixation for acute pelvic ring injuries: decision making and technical options*. J Trauma Acute Care Surg 2013;75:882-7.

19 Colvin AC, Walsh M, Koval KJ, et al. *Return to sports following operatively treated ankle fractures*. Foot Ankle Int 2009;30:292-6.

20 Porter DA, May BD, Berney T. *Functional outcome after operative treatment for ankle fractures in young athletes: a retrospective case series*. Foot Ankle Int 2008;29:887-94.

21 Blauth M, Bastian L, Krettek C, et al. *Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques*. J Orthop Trauma 2001;15:153-60.

22 Kadow TR, Siska PA, Evans AR, et al. *Staged treatment of high energy midfoot fracture dislocations*. Foot Ankle Int 2014;35:1287-91.

23 Stannard JP, Lopez R, Volgas D. *Soft tissue injury of the knee after tibial plateau fractures*. J Knee Surg 2010;23:187-92.

24 Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, et al. *A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures*. J Orthop Trauma 1999;13:78-84.

25 Strauss EJ, Petrucelli G, Bong M, et al. *Blisters associated*

with lower-extremity fracture: results of a prospective treatment protocol. J Orthop Trauma 2006;20:618-22.

26 SooHoo NF, Krenek L, Eagan MJ, et al. *Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures*. J Bone Joint Surg Am 2009;91:1042-9.

27 Jones CB, Sietsema DL, Williams DK. *Locked plating of proximal humeral fractures: is function affected by age, time, and fracture patterns?* Clin Orthop Relat Res 2011;469:3307-16.

28 Roh YH, Lee BK, Noh JH, et al. *Factors delaying recovery after volar plate fixation of distal radius fractures*. J Hand Surg Am 2014;39:1465-70.

29 Ruffolo MR, Gettys FK, Montijo HE, et al. *Complications of high-energy bicondylar tibial plateau fractures treated with dual plating through 2 incisions*. J Orthop Trauma 2015;29:85-90.

30 Collinge CA, Mir H, Reddix R. *Fracture morphology of high shear angle "vertical" femoral neck fractures in young adult patients*. J Orthop Trauma 2014;28:270-5.

31 Komura S, Yokoi T, Nonomura H, et al. *Incidence and characteristics of carpal fractures occurring concurrently with distal radius fractures*. J Hand Surg Am 2012;37:469-76.

32 Ovaska MT, Mäkinen TJ, Madanat R, et al. *Risk factors for deep surgical site infection following operative treatment of ankle fractures.* J Bone Joint Surg Am 2013;95:348-53.

33 Demirkale I, Tecimel O, Celik I, et al. *The effect of the Tscherne injury pattern on the outcome of operatively treated Lisfranc fracture dislocations.* Foot Ankle Surg 2013;19:188-93.

34 Barei DP, Nork SE, Mills WJ, et al. *Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates*. J Bone Joint Surg Am 2006;88:1713-21.

35 Karunakar MA, Staples KS. *Does stress-induced hyperglycemia increase the risk of perioperative infectious complications in orthopaedic trauma patients?* J Orthop Trauma 2010;24:752-6.

36 Richards JE, Kauffmann RM, Obremskey WT, et al. *Stress-induced hyperglycemia as a risk factor for surgical-site infection in nondiabetic orthopedic trauma patients admitted to the intensive care unit*. J Orthop Trauma 2013;27:16-21.

37 Foruria AM, Augustin S, Morrey BF, et al. *Heterotopic ossification after surgery for fractures and fracture-dislocations involving the proximal aspect of the radius or ulna*. J Bone Joint Surg Am 2013;15;95:e66.

38 Douglas K, Cannada LK, Archer KR, et al. *Incidence and risk factors of heterotopic ossification following major elbow trauma*. Orthopedics 2012;35:e815-22.

39 Castillo RC, MacKenzie EJ, Webb LX, et al; LEAP Study Group. *Use and perceived need of physical therapy following severe lower-extremity trauma*. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:1722-8.

40 Gentile LF, Cuenca AG, Efron PA, et al. *Persistent inflammation and immunosuppression: a common syndrome and new horizon for surgical intensive care*. J Trauma Acute Care Surg 2012;72:1491-501.

41 Dewar D, Moore FA, Moore EE, et al. *Postinjury multiple organ failure*. Injury 2009;40:912-8.

42 Borrelli J Jr, Prickett W, Song E, et al. *Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: a human cadaveric study*. J Orthop Trauma 2002;16:691-5.

43 Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG. *AO Principles of Fracture Management*. New York: Thieme 2007, pp. 99-112.

44 Tscherne H, Oestern HJ. *A new classification of soft-tissue damage in open and closed fractures (author's transl)*. Unfallheilkunde 1982;85:111-5.

45 Kloen P, Helfet DL, Lorich DG, et al. *Temporary joint-spanning external fixation before internal fixation of open intra-articular distal humeral fractures: a staged protocol*. J Shoulder Elbow Surg 2012;21:1348-56.

46 Pearse MF, Morandi M. *The Ilizarov method in the acute management of severe lower limb fractures*. Techn Orthop 1996;11:109-14.

47 Morandi M. *Traumatologia ortopedica in USA all'inizio del Terzo Millennio.* Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2000;26(suppl.1):51-5.

48 Morandi M, Randelli P. *Il trattamento del politraumatizzato con lesioni scheletriche: filosofia di approccio negli USA.* Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2001; 27(suppl.1):288-98.

49 Morandi M. *Current role of external fixation in orthopaedic trauma.* Forward Techniques in Orthopaedics 2002;17:113.

50 Morandi M, De Paolis M, Vaidya R, et al. *Role of external fixation in the management of distal tibia injuries. the "convertible" frame.* Techniques in Orthopaedics 2002;17:131-4.

51 Morandi M, Banka T, Gaiarsa G, et al. *Intramedullay nailing of tibial fractures: a review of surgical techniques and a description of a percutaneous lateral suprapatellar approach in semi extended position.* Orthopedics 2010;33:172-9.

52 Morandi M, Mangano S. *Accesso percutaneo soprarotuleo a ginocchio semi-esteso nella osteosintesi endomidollare delle fratture tibiali.* Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2015;41:309-22.

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