

Il trattamento delle fratture distale di tibia con tecnica MIPPO. Considerazioni dopo 5 anni di esperienza

Treatment of distal tibia fractures with MIPPO technique. Considerations after 5 years of experience

R. Spagnolo
G. Fioretta

RIASSUNTO

Le fratture distali di tibia e del pilone tibiale costituiscono circa il 7-10% delle fratture tibiali; solitamente sono il risultato di forze ad alta energia che per compressione assiale causano fratture articolari complesse con affondamento metafisario e perdita ossea. Quando invece sono causate da forze rotazionali con minimo carico assiale, possono verificarsi lesioni a bassa energia, avendo così una migliore prognosi complessiva. Questo studio valuta i risultati del trattamento chirurgico delle fratture di pilone tibiale, utilizzando la tecnica di osteosintesi mini-invasiva (MIPPO). Questo tipo di tecnica può dare vantaggi importanti, soprattutto dal punto di vista biologico riducendo il traumatismo dei tessuti molli, rispettando l'ematoma di frattura e la vascolarizzazione dei frammenti ossei. Abbiamo trattato con tecnica MIPPO 18 pazienti con frattura del pilone tibiale. Le fratture sono state classificate secondo la classificazione AO. I casi inclusi nello studio escludono le fratture esposte e di tipo C3 e B2, B3 per le quali è preferibile la osteosintesi tradizionale. La tecnica prevede in ogni caso la riduzione e sintesi del perone con placca un terzo tubulare prima della stabilizzazione della tibia. In nessun caso è stato utilizzato il fissatore esterno per ottenere la riduzione durante l'intervento chirurgico grazie alla precedente osteosintesi del perone che permette una riduzione perfetta della tibia e la corretta lunghezza dell'arto. Una piccola incisione distale di circa 2,5 cm viene eseguita a livello del malleolo mediale. In caso di fratture articolari è necessario porre attenzione alla riduzione anatomica della superficie articolare e se necessario anche eseguire un'artrotomia; la stabilizzazione è stata ottenuta con viti da corticale da 3,5 mm. Nei casi trattati abbiamo avuto un caso di infezione della ferita in un paziente diabetico, poi risoltasi, un caso di malconsolidazione con un varismo maggiore di 5 gradi e un caso asintomatico di rottura delle viti distali. Nel complesso i risultati sono stati buoni in forza di una corretta indicazione clinica. In conclusione riteniamo che due siano gli elementi che guidano alla scelta del tipo di approccio e del mezzo di sintesi. Il primo è la condizione della cute, intesa come integrità; il secondo è l'interessamento articolare inteso come comminuzione e numero dei frammenti. Da qui la necessità di scegliere una sintesi che dia garanzia del risultato ed eviti complicanze e la MIPPO è una tecnica valida se usata correttamente e in mani esperte.

Parole chiave: osteosintesi mini-invasiva, placche a stabilità angolare, fratture tibia distale

Azienda Ospedaliera Desio
Vimercate
Struttura Complessa di
Ortopedia e Traumatologia,
Ospedale Desio (MI)

Indirizzo per la corrispondenza:
Rosario Spagnolo, viale Gramsci,
Sesto San Giovanni (MI).
Tel +39 347 7240545

*Ricevuto il 17 gennaio 2010
Accettato il 13 febbraio 2010*

SUMMARY

The fractures of the distal tibia represent 7-10% of all tibial fractures and they usually are the result of high energy traumas such as traffic accidents or fall from a height; in these cases the axial compression causes complex articular fractures characterized by metaphysis break and bone loss. Better prognosis are given in case of low energy traumas. The study evaluates the results of the surgical treatment of distal tibia fractures, using minimally invasive plate osteosynthesis (MIPPO) technique. We treated in our unit 18 patients with distal tibia fractures with the MIPPO technique. The fractures, intra-articular or extra-articular, were classified according to the AO classification. The cases studied did not involve open fractures or cutaneous lesions and we excluded the C3 and B2,B3 fractures, for which traditional osteosynthesis is preferable. The technique still provides the reduction and the synthesis of the fibula with one-third tubular plates, before the stabilization of the tibia. No external fixator was applied to obtain a reduction during surgery in any of the cases studied and this thanks to the synthesis of the fibula, which allows a perfect reduction of the tibia and a correct length of the limb. A small distal incision of about 2,5 cm is performed to the medial malleolus, while a proximal one is performed to the fracture along the medial edge of the tibia. In case of articular fractures, attention is to be paid to gain a perfect reduction of the surface and if necessary also an arthrotomy is to be performed and the fracture has to be fixed with 3,5 mm cortical screws. We had one case of superficial wound infection in a diabetic patient with the dehiscence of the surgical wound than solved with the correct consolidation of the fractures; a malunion with more than 5 degrees of varus, one case of asymptomatic breaking of the distal screws. On the whole the outcomes were positive, thanks to a correct clinical indication. In conclusion we think that two are the elements that direct the choice regarding the type of approach and the type of device for the synthesis. The first is the condition of the skin, as far as its integrity is concerned, and the second is the articular condition, as far as the comminution and the number of fragments are concerned. Therefore we need to choose a synthesis that can guarantee a good outcome and can avoid dreadful complications and MIPPO is a valid technique when used correctly and by experts.

Key words: minimally invasive osteosynthesis, fixed angle plate, distal tibial fractures

INTRODUZIONE

Le fratture distali di tibia e del pilone tibiale costituiscono circa il 7-10% delle fratture tibiali¹.

Solitamente sono il risultato di forze ad alta energia. In questi casi la compressione assiale causa fratture articolari complesse con affondamento metafisario e perdita ossea². Quando invece sono causate da forze rotazionali con minimo carico assiale, si verificano lesioni a bassa energia, che hanno una migliore prognosi complessiva³. Un sistema classificativo basato sul criterio patogenetico è quello di Kellam e Waddel⁴, che distingue le fratture di tipo A e di tipo B a seconda che il momento patogenetico sia di tipo rotazionale o compressivo. Ruedi e Allgower⁵ basano invece la loro classificazione sull'analisi della comminuzione e della scomposizione.

Si tratta del tipo di fratture tra le più gravi dell'articolazione della caviglia e tra le più complicate da trattare. La complessità della lesione periarticolare, la precaria vascolarizzazione e la scarsa copertura dei tessuti molli contribuiscono ad un tasso relativamente alto di complicanze dopo la sintesi interna classica (ORIF)⁶⁻⁸. La tecnica aperta (ORIF), necessita di estese vie d'accesso con grave danno per la vascolarizzazione e rischio elevato di infezioni e insuccessi.

Il trattamento delle fratture distali di tibia con l'inchiodamento endomidollare rappresenta la tecnica ideale, quando compatibile con la tipologia della frattura. L'osteosintesi endomidollare riduce il rischio di lesioni cutanee ed è rispettosa della biologia della frattura e della sua vascolarizzazione. Ma anche con questa metodica sono stati riportati fallimenti, quali pseudoartrosi e malallineamento⁹. La tecnica dell'osteosintesi mininvasiva con placca (MIPPO) può offrire importanti vantaggi di tipo biologico. Introdotta da Helfet¹⁰ nel 1997 si è sviluppata in risposta al tentativo di ridurre le complicanze che accompagnano le tradizionali tecniche chirurgiche.

MATERIALI E METODI

Fra il novembre 2004 e il giugno 2007, abbiamo trattato chirurgicamente con questa tecnica 18 fratture della tibia distale. 18 pazienti (12 M e 6 F) con un'età compresa tra 29 e 65 anni (*range* 42,3 anni), vittime per lo più di traumi ad elevata energia.

Le fratture sono state classificate in accordo con il sistema AO: 10 erano del tipo 43-A (Fig. 1), 5 del tipo 43-B e 3

del tipo 43-C (Fig. 3). Nessuna frattura trattata era esposta o presentava grave interessamento dei tessuti molli; sono state escluse le fratture articolari complesse o estremamente comminute tipo 43C3 e le fratture tipo 43B3, dove una tecnica aperta è il gold standard. Sono state utilizzate placche LCP da 4,5 mm. L'intervento chirurgico è stato sempre effettuato entro le 96 ore nelle fratture a bassa energia, mentre nelle fratture complesse abbiamo preferito dilazionare l'intervento di 7-10 giorni, quando l'edema è regredito e vi è la comparsa di rughe cutanee (Ruedi). Al momento dell'accettazione, in caso di fratture scomposte, abbiamo posizionato una trazione transcalcaneale.

L'intervento chirurgico è stato eseguito con paziente supino, su tavolo radiotrasparente, con laccio pneumatico applicato alla coscia, ma mai utilizzato per evitare una sofferenza vascolare in un distretto instabile dal punto di vista circolatorio, con un piccolo cuscino sotto la regione glutea omolaterale per un miglior confort chirurgico. Varie tecniche di riduzione dirette e indirette sono state descritte in letteratura, a seconda del pattern di frattura, e comprendono la trazione manuale o l'utilizzo di distrattori AO. A nostro avviso l'osteosintesi del perone è da sola

sufficiente per garantire l'allineamento della parte tibiale e la corretta lunghezza dell'arto.

Una piccola incisione di circa 2,5 cm è stata praticata distalmente al malleolo mediale e una seconda prossimalmente alla frattura, lungo il bordo mediale della tibia. In caso di frattura con estensione articolare, grande attenzione deve essere rivolta alla riduzione anatomica di tale superficie. Nelle fratture articolari è necessario eseguire l'artrotomia per ottenerne la perfetta riduzione. Una volta ottenuta, i frammenti articolari possono essere stabilizzati con viti da 3,5 mm corticali. Abbiamo utilizzato placche LCP da 4,5 mm che sono state preventivamente sagomate al profilo mediale della tibia. La corretta lunghezza e il corretto posizionamento sono stati valutati attraverso la fluoroscopia.

Non è necessario l'inserimento di tutte le viti quanti sono i fori della placca, questo per non creare un sistema di fissazione troppo rigido¹², per rispettare la sede di frattura e per limitare le "porte" di infezione. In nessun caso abbiamo immobilizzato l'arto nel post operatorio. In tutti i casi, per le prime 48 ore postoperatorie, l'arto è stato posizionato in atteggiamento antideclive. È stata effet-

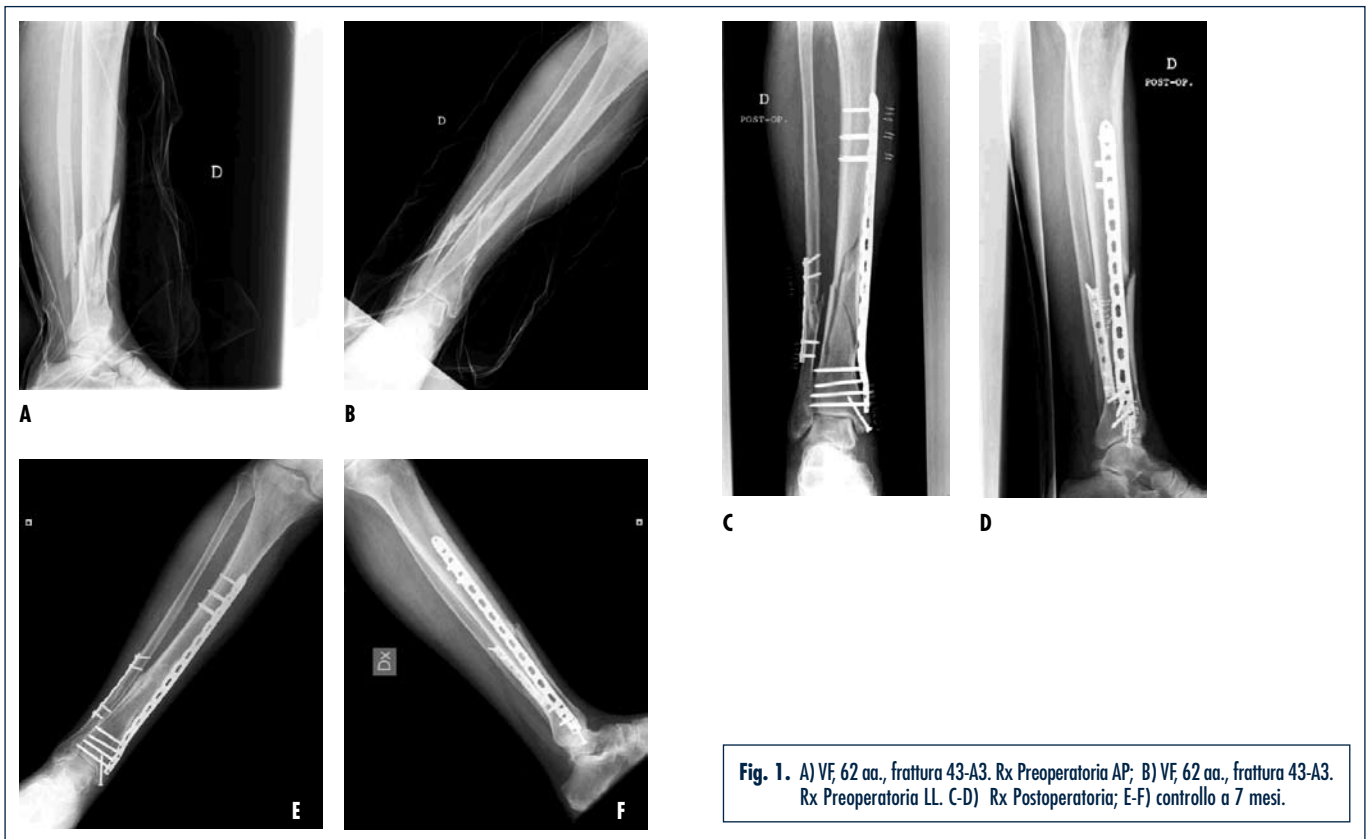


Fig. 1. A) VF, 62 aa., frattura 43-A3. Rx Preoperatoria AP; B) VF, 62 aa., frattura 43-A3. Rx Preoperatoria LL. C-D) Rx Postoperatoria; E-F) controllo a 7 mesi.



Fig. 2. A) AF, 28 aa., frattura 43-C2. Rx Preoperatoria AP; B) Pre operatoria LL; lateral view; C-D) Rx post-operatoria; E-F) controllo a 4 anni.

tuata una profilassi antibiotica e antitrombotica; dopo l'intervento la terapia antibiotica è stata somministrata per 4 giorni mentre la terapia antitrombotica per almeno sei settimane. Dalla prima giornata postoperatoria è stata incoraggiata una fisiochinesiterapia attiva e passiva. Il paziente, appena le condizioni cliniche generali lo hanno consentito, è stato verticalizzato e assistito nella deambulazione tutelata con bastoni canadesi in scarico sull'arto operato. In alcuni casi è stata possibile la concessione di un carico parziale (10-15 kg) a partire dal 15° giorno post-intervento. Nelle fratture articolari il carico è stato concesso in media dopo tre settimane. Controlli clinici e radiografici sono stati effettuati a 2, 5, 8 e 16 settimane dall'intervento e successivamente in base all'evoluzione

della frattura. La valutazione clinica è stata effettuata utilizzando lo schema di Ovaia e Beals¹³.

RISULTATI

In 15 pazienti è stata necessaria l'osteosintesi del perone con placca e viti prima di procedere alla sintesi mininvasiva della tibia. Il tempo medio di ospedalizzazione è stato di 14 giorni (range tra 2 e 35 gg). Il tempo medio di evidenza radiologica di comparsa del callo osseo è stato di 9 settimane (range tra 7 e 12); il tempo medio in cui è stato concesso il carico completo sull'arto operato è stato di 18 settimane (range tra 7 e 16). Non ci sono stati casi

di mancata consolidazione e abbiamo avuto un caso di malconsolidazione con un varismo superiore ai 5 gradi. Dobbiamo segnalare un caso di infezione superficiale in paziente diabetico, con conseguente deiscenza della ferita chirurgica a livello peroneale. Abbiamo comunque avuto la completa consolidazione della frattura sia a livello peroneale che tibiale e la risoluzione del quadro di infezione. In un una frattura tipo 43A con estensione diafisaria abbiamo avuto la rottura delle viti distali, ma il paziente era asintomatico e non ha richiesto trattamento chirurgico; la frattura è guarita in 4 mesi. Non dobbiamo segnalare casi di fallimento dell'osteosintesi. In 7 pazienti è stata decisa la rimozione dei mezzi di sintesi (a distanza di 24 e 29 mesi) per intolleranza durante la deambulazione prolungata (trekking).

L'utilizzo del sistema proposto da Ovaia e Beals¹³ ci ha permesso la valutazione di parametri clinici oggettivi e parametri soggettivi. Per quanto riguarda le fratture tipo A abbiamo avuto risultati ottimi in 8 casi, buoni in 2; per le fratture tipo B e C abbiamo avuto risultati ottimi in 4 casi, buoni in 3 e insufficiente in 1. Nell'80% dei casi il movimento della caviglia era compreso tra i 18° e 35°, i pazienti non riferivano dolore al movimento e non hanno riferito limitazioni alla deambulazione.

DISCUSSIONE

Le indicazioni all'osteosintesi mininvasiva con placche (MIPPO) date da Helfet¹⁰, comprendono fratture distali di tibia chiuse o esposte, con o senza interessamento articolare. Abbiamo deciso di applicare questa tecnica chirurgica alle sole fratture chiuse e con cute integra in quanto riteniamo che altri mezzi di sintesi (fissazione esterna) trovino negli altri casi una migliore indicazione. Riteniamo che due siano gli elementi che guidano alla scelta del tipo di approccio e del mezzo di sintesi. In primis la situazione cutanea, intesa come integrità, e secondariamente l'interessamento articolare, inteso come comminazione e numero dei frammenti¹⁴⁻¹⁶. Da qui la necessità di scegliere una sintesi che dia garanzia del risultato ed eviti complicanze disastrose: la MIPPO è una tecnica valida se usata correttamente e in mani esperte. Risultati favorevoli all'utilizzo della tecnica MIPPO sono stati riportati in diversi studi¹⁵⁻¹⁷ e l'utilità è soprattutto di tipo "biologico": riduzione del trauma dei tessuti molli, risparmio del focolaio di frattura e della sua vascolarizzazione. Uno studio di Borelli¹⁸ ha evidenziato che la regio-

ne metafisaria distale della tibia è ricca di vascolarizzazione accessoria extraossea, generata da rami accessori dell'arteria tibiale anteriore e posteriore, e ha anche dimostrato che l'applicazione in tale sede di una placca con tecnica tradizionale ne determina una distruzione molto più estesa rispetto ad una tecnica mininvasiva. Namazi⁷ ha riportato nel 23,5% dei casi complicanze cutanee con tecnica chirurgica tradizionale (ORIF). Ovdia e Beals¹³ hanno eseguito uno studio su 145 fratture del pilone tibiale e hanno rilevato un numero elevato di complicanze a prescindere dal trattamento impiegato. Le complicanze delle ferite si sono verificate nel 10% dei loro pazienti e l'osteomielite si è sviluppata nel 6%. Si sono rese necessarie molte procedure chirurgiche ulteriori per la cura dei tessuti molli, l'innesto osseo e l'osteotomia per il consolidamento non corretto. Tre pazienti sono infine stati sottoposti ad amputazione al di sotto del ginocchio.

Un altro problema ancora dibattuto è se sia sempre necessario effettuare l'osteosintesi della frattura del perone quando associata alla frattura tibiale, sia che venga utilizzato l'inchiodamento endomidollare che la placca tibiale. Quando si effettua l'inchiodamento endomidollare, secondo Mori et al. che hanno effettuato studi di biomeccanica su cadavere, la stabilizzazione del perone porta ad un miglioramento non significativo della stabilità rotazionale. Al contrario Egol et al.¹⁹ riportano un maggiore fallimento, soprattutto dell'inchiodamento endomidollare, quando non venga effettuata l'osteosintesi del perone.

L'inchiodamento endomidollare nelle fratture distali porta ad un maggior malposizionamento rispetto all'osteosintesi con placche. Redfern²⁰, Hazarika²⁰ riportano risultati su 20 fratture distali di tibia trattate con tecnica MIPPO senza aver ritenuto necessario provvedere all'osteosintesi del perone per ristabilire la corretta lunghezza dell'arto. Faschingbauer²¹, Kumar et al.²², sostengono che l'osteosintesi del perone facilita l'osteosintesi tibiale.

Per quanto riguarda il malallineamento sembrerebbe che sia più frequente quando venga utilizzato l'inchiodamento endomidollare. Vallier et al.⁹ hanno esaminato 113 fratture extra articolari trattate in 67 casi con inchiodamento endomidollare e in 37 casi con placche: il riscontro è stato di un 38% di mal allineamento nei casi trattati con sintesi endomidollare contro il 5,4% nel secondo gruppo.

La difficoltà di un corretto allineamento è stata segnalata anche con la tecnica meno invasiva (MIPPO). Un mal allineamento maggiore del 5% è stato riportato nel 20%-35%²³⁻²⁴ dei casi.

Lau TW et al.²⁵, hanno riportato il 7% di infezioni su 48 casi di fratture trattate con tecnica mininvasiva, mentre nel 52% dei casi venivano rimossi i mezzi di sintesi per intolleranza. Faschingbauer et al.²¹, hanno avuto due casi di infezione: il primo caso dopo rimozione del fissatore esterno e successivo trattamento con tecnica MIPPO, il secondo in un grande obeso fumatore, risoltosi trattandolo con rimozione della placca e successivo trattamento con fissatore esterno.

Pallister¹⁷, Hazarika et al.¹⁴ propongono la fissazione esterna come primo approccio chirurgico anche nelle fratture chiuse, per ottenere la riduzione indiretta della frattura e per proteggere i tessuti molli. Noi preferiamo nelle fratture chiuse la trazione transcheletrica che ottiene il medesimo risultato, ma evita un intervento chirurgico e forse il rischio di inquinamento delle fiches. L'osteosintesi del perone in base alla nostra esperienza facilita l'intervento di stabilizzazione del pilone tibiale. L'uso del *tourniquet* dovrebbe essere evitato o limitato sia nella tecnica MIPPO che in quella tradizionale per evitare lo stress vascolare a una zona così a rischio dal punto di vista circolatorio. Nei nostri casi l'abbiamo sempre posizionato, ma mai utilizzato e questo ha migliorato il decorso postoperatorio sia in fatto di motilità che di edema dell'arto, sia per quanto riguarda la diffusione degli antibiotici somministrati intraoperatoriamente con conseguente riduzione delle infezioni post chirurgiche. Analizzandoli in maniera critica, i nostri risultati, nel trattamento delle fratture chiuse del pilone tibiale, sono pressoché sovrapponibili a quelli presenti in letteratura. I risultati meno buoni sono stati ottenuti nelle fratture caratterizzate da una importante comminazione della regione articolare, dove la tecnica tradizionale rappresenta il gold standard.

CONCLUSIONI

Le fratture distali di tibia, con o senza interessamento della superficie articolare, sono fratture di difficile trattamento. Le fratture esposte o la presenza di lesioni dei tessuti molli quali abrasioni, contusioni cutanee localizzate o estese, sconsigliano, a nostro avviso, l'utilizzo della tecnica mininvasiva. In questi casi la fissazione esterna può essere il trattamento di scelta e condurre a risultati soddisfacenti. Alcune fratture stabili con estensione metafisaria distale possono essere trattate con l'inchiodamento endomidollare che, quando possibile, a nostro giudizio rimane comun-

que il gold standard. La tecnica chirurgica MIPPO trova un largo impiego nelle fratture distali di tibia chiuse con o senza interessamento articolare. La MIPPO determina un aiuto di tipo "biologico": nei confronti della cute per il mini-accesso, nei confronti dei tessuti molli riducendone il traumatismo, nei confronti del focolaio di frattura non aprendolo e nei confronti della vascolarizzazione sia dei tessuti molli che ossea. In conclusione, riteniamo che nel trattamento delle fratture distali di gamba la scelta del mezzo di sintesi non sia univoco, ma debba tener conto della possibilità di ottenere una riduzione anatomica e non debba causare danni ai tessuti molli.

BIBLIOGRAFIA

- Ruedi TP. *Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint*. Injury 1973;5:130.
- Babis GC, et al. *Results of surgical treatment of tibial plafond fractures*. Clin Orthop 1997;341:99.
- Kellam JF, Waddel Jp. *Fractures of the distal tibial metaphysis with intraarticular extension: the distal tibial explosion fracture*. J Trauma 1979;19:593-601.
- Burwell HN, Charnely AD. *The treatment of displaced fractures of the ankle by rigid internal fixation and early joint movement*. J Bone Joint Surg. 1965;47B:634-60.
- Ruedi TP, Allogower M. *The operative treatment of intraarticular fractures of the lower end of the tibia*. Clin Orthop 1979;138:105-10.
- Gustilo RB. *Principles of the management of open fractures*. In: *Management of open fracture of the tibia*. Vol IV. Philadelphia.
- Namazi H, Mozaffaran K. *Awful consideration with LCP instrumentation: a new pitfall*. Arch Orthop Trauma Surg 2007;127:573-5.
- Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, et al. *Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: Plating versus shortened intramedullary nailing*. Injury 2006;37:531-535.
- Vallier HA, Le TT, Bedi A. *Radiographic and clinical comparisons of distal tibia shaft fractures (4 to 11 cm proximal to the plafond): plating versus intramedullary nailing*. J Orthop Trauma 2008;22:307-11.
- Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, et al. *Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia*. Injury 1997;28 Suppl 1:A42-A47;discussion A47-A48.
- Perren SM. *Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology*. J Bone Joint Surg 2002;84B:1093-10.
- Saleh M. *Intra-articular fractures of the distal tibia: surgical management by minimal internal fixation and articulated distraction*. Injury 1993;24:37-40.
- Ovadia DN, Beals RK. *Fractures of the tibial plafond*. J Bone Joint Surg 1986;68A:543-50.

- ¹⁴ Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J. *Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fractures of the distal tibia. Results in 20 patients.* Injury 2006;37:877-87.
- ¹⁵ Thermann H, Krettek C, Tschernke H. *Minimally invasive fracture stabilization in foot trauma.* Tech Orthopaed 1999;14:179-90.
- ¹⁶ Collige C, Sanders R, Di Pasquale T. *Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques.* Clin Orthop 2003;375:69-77.
- ¹⁷ Pallister I, Iorwerth A. *Indirect reduction using a simple quadrilateral frame in the application of distal tibial LCP. Technical tips.* Injury 2005;36:1138-42.
- ¹⁸ Borrelli J, Prickett W, 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.
- ¹⁹ Egol KA, Weisz R, Hiebert R, et al. *Does fibular Plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal Tibia fractures?* J Orthop Trauma 2006;20:94-103.
- ²⁰ Redfern DJ, Syed SU, Davies SJM. *Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis.* Injury 2004;35:615-20.
- ²¹ Faschingbauer M, Kienast B, Schulz PA, et al. *Treatment of distal lower leg fractures: Results with fixed-angle plate osteosynthesis.* Eur J Trauma Emerg Surg 2009.
- ²² Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, et al. *Effect of Fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures. Treated with intramedullary nailing.* J Bone Joint Surg 2003;85A:604-8.
- ²³ Maffull N, Toms AD, McMurtie A, et al. *Percutaneous plating of distal Tibial fractures.* Int Orthop 2004;28:159-62.
- ²⁴ Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, et al. *Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and Minimally Invasive plating.* Arch Orthop Trauma Surg 2005;125:87-94.
- ²⁵ Lau TW, Leung F, Chan CF, et al. *Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures.* Int Orthop 2008;32:697-703.