



Luigi Meccariello¹ (foto)
Michele Bisaccia²
Giuseppe Rollo¹
Auro Caraffa²
Giuseppe Rinonapoli²
Predrag Grubor³
Gabriele Falzarano⁴

¹ Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, PO Vito Fazzi, Lecce;

² Dipartimento di Scienze Mediche Chirurgiche, Sezione di Ortopedia e Traumatologia, Università di Perugia,

³ Ortopedia e Traumatologia, Clinical Center, Università di Banja Luka, Banja Luka, Bosnia ed Herzegovina; ⁴ UOC Ortopedia e Traumatologia, AORN G. Rummo, Benevento

Indirizzo per la corrispondenza:

Luigi Meccariello

Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, PO Vito Fazzi piazzetta Filippo Muratore 73100 Lecce

E-mail: drlordmec@gmail.com

Trattamento delle fratture diafisarie del terzo distale di femore: c'è spazio per il chiodo retrogrado non bloccato prossimalmente? Valutazione degli *outcome* clinici e radiologici con la tecnica standard

Treatment of diaphyseal fractures of the third distal femur: is there space for a not proximal locking retrograde nail? Evaluation of clinical and radiological outcomes with the standard technique

Riassunto

Background. Nei pazienti giovani le fratture del terzo distale della diafisi femorale (3DF) sono più comuni di quelle del terzo prossimale perché causate da traumi ad alta energia. L'inchiodamento retrogrado può essere una soluzione per il trattamento di queste fratture.

Obiettivo. Scopo di questo studio è approfondire indicazioni e limiti dell'inchiodamento retrogrado non bloccato prossimalmente nel trattamento delle 3DF dal punto di vista radiologico e degli *outcome* clinici confrontandoli con il trattamento del chiodo bloccato.

Materiali e metodi. Da Gennaio 2015 ad Aprile 2018 è stato condotto uno studio comparativo prospettivo. Sono stati reclutati, presso i 4 Centri coinvolti nello studio, 78 pazienti. La classificazione usata per caratterizzare le fratture è stata quella dell'AO. I pazienti erano tutti politraumi da traumi ad alta energia cinetica. Abbiamo diviso i pazienti in due gruppi omogenei. Un gruppo di pazienti è stato trattato con il sistema di inchiodamento endomidollare retrogrado T2 della Stryker® non bloccato prossimalmente (NBRIN). Il secondo gruppo è stato trattato con lo stesso sistema bloccato prossimalmente (BRIN). I criteri scelti per la valutazione dei due gruppi sono stati: la Scala Analogica Visiva del dolore (VAS) al ginocchio traumatizzato, il punteggio *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS), il tempo medio di guarigione della frattura e le complicanze, la densitometria ossea del femore prossimale, l'eterometria degli arti inferiori, la baropodometria. L'*endpoint* valutativo è stato fissato a 12 mesi per entrambi i gruppi.

Risultati. Dei 78 pazienti inclusi inizialmente, 36 rientravano nei criteri di inclusione, divisi in 2 gruppi da 18. I risultati non hanno mostrato differenze statisticamente significative nei parametri presi in considerazione. BRIN: età media 42, M:F = 13:5. NBRIN: età media 45, M:F = 13:5. Classificazione AO nel BRIN: 7 A, 6 B e 5 C. Classificazione AO nel NBRIN: 6 A, 7 B e 5 C. Nel giorno medio della guarigione ossea il VAS era di 2,3 (± 0,7; range 0-4) in BRIN mentre 2,5 (± 0,7; range 0-4) in NBRIN, p > 0,05. Al giorno medio della guarigione ossea il RUSH era di 26,8 (± 2,4, range 24,1-30) punto in BRIN mentre 26,3 (± 2,8, range 23,9-30) in NBRIN, p > 0,05. Complicanze: 9 in totale sia per BRIN che per NBRIN.

Conclusioni. In mancanza di studi biomeccanici, si può omettere la vite di bloccaggio prossimale nell'inchiodamento endomidollare retrogrado nel trattamento delle fratture del 3DF se utilizzato con le giuste indicazioni. Tuttavia il ridotto numero di pazienti e la mancanza di un follow-up a lungo termine non può far concludere sulla piena affidabilità della tecnica.

Parole chiave: chiodo retrogrado, bloccato, non bloccato, fratture femorali diafisarie, fratture sovracondilari

Summary

Background. *Diaphyseal fractures of third distal femur (3DF) are more common in young patients than those of the third proximal as they are caused by high-energy trauma. Retrograde nailing offers a valuable solution for the treatment of these injuries.*

Objective. *The aim of the study is to analyze indications and limitations of not proximally locked retrograde nailing in the treatment of 3DF in terms of radiological and clinical outcomes in comparison with the standard treatment with locked nail.*

Materials and methods. *From January 2015 to April 2018 a comparative prospective was conducted and 78 patients were recruited from 4 Centers involved in the study. The average age the AO classification was used to characterize the fractures. All patients were polytrauma due to high-energy kinetic trauma. Patients were divided into 2 groups. The first group of patients was treated with the Stryker® retrograde intramedullary nailing system with not proximally locking screw. The second group was treated with the Stryker® retrograde intramedullary nailing system locked as in the standard technique. The criteria chosen for the evaluation of the two groups were: the Visual Analogue Scale of pain (VAS) of the injured knee, the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), the mean time to fracture healing and complications, the bone densitometry of the proximal femur, heterometry of the lower limbs, baropodometry. The evaluation endpoint was set at 12 months for both groups.*

Results. *36 patients finally included. The results showed no statistically significant differences between the two groups. A greater lower limbs heterometry was observed in the unlocked nailing group. Proximal femoral bone densitometry was decreased in 1 case of the locked nailing group.*

Conclusions. *In absence of biomechanical studies, not proximally locked retrograde intramedullary nailing could be a valuable system for treatment of 3DF fractures as long as it is used with the right indications, however the small series and the lack of a long-term follow-up fail to take conclusions on the full reliability of the technique.*

Key words: *retrograde nailing, locking, not locking, femoral shaft fractures, supracondylar fractures.*

Introduzione

Le fratture del femore distale più comunemente si verificano in due tipologie di pazienti: persone giovani (sotto i 50 anni) e gli anziani. Le fratture del femore distale nei pazienti più giovani sono causate di solito da traumi ad alta energia, come ad esempio le cadute da altezze significative o incidenti stradali. Le persone anziane con fratture del femore distale di solito hanno una scarsa qualità dell'osso. Con l'avanzare dell'età, le ossa diventano più sottili (osteoporosi senile). Le ossa possono diventare molto deboli e fragili, così può capitare che in una persona anziana, che ha ossa deboli, anche un trauma a bassa energia (come una semplice caduta) può provocare una frattura del femore distale.

La revisione della casistica di Arneson et al. ¹ mostra che durante un periodo di 20 anni in Minnesota, il tasso di incidenza di fratture del femore, escluse quelle del terzo prossimale, era di 37,1 per 100.000 ogni anno. Delle 402 fratture di femore, riportate 54 erano sottotrocanteriche, 210 diafisarie, 123 del femore distale e infine 15 non meglio specificate. Il 58% di queste fratture sono dovute a traumi ad alta energia. L'incidenza di fratture femorali a causa di un trauma ad alta energia è maggiore nei pazienti giovani, in particolare per le fratture diafisarie, e mostra una prevalenza del sesso maschile ¹⁻⁴. Le fratture femorali di solito richiedono un trattamento chirurgico al fine di evitare gravi complicanze locali e/o sistemiche. Se nelle fratture diafisarie il chiodo endomidollare è diventato il *gold standard* ², nelle fratture del terzo diafisario distale di femore (3DF) non vi è pienamente accordo sulla maggior efficacia dell'in-

chiodamento anteretrogrado versus retrogrado ^{3,4} placca utilizzata come osteosintesi a cielo aperto (ORIF) ⁵ o una tecnica *Minimal Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis* (MIPPO) ⁶⁻⁸. Tuttavia, oggi il uso del chiodo retrogrado endomidollare (RIN) nei giovani adulti non è limitato solo al trattamento delle fratture della regione sovracondiloidea, ma rappresenta anche una valida alternativa al trattamento delle fratture diafisarie femorali ⁹. Il miglior sistema di osteosintesi dipende dalla qualità ossea e dall'età del paziente. Anche i risultati sono correlati a tali fattori. Pochi sono i dati presenti in letteratura a proposito dell'utilizzo del chiodo bloccato versus chiodo non bloccato per il management delle fratture diafisarie del terzo distale di femore nei giovani adulti. Per cui è poco chiaro se il bloccaggio del chiodo possa causare effetti positivi, negativi o nulli, e se e quali siano le indicazioni per l'una e l'altra tecnica ^{2,5,7-9}. Le indicazioni relative per i chiodi retrogradi riguardano: l'obesità; i traumi multi-sistemici; il *floating knee*, le fratture bilaterali di femore; le fratture omolaterali dell'acetabolo e/o del collo del femore; l'artrotomia traumatica incontaminata del ginocchio; subamputazioni a livello del ginocchio; traumi pelvici; donne in gravidanza; lesioni o infezioni intorno al punto di ingresso del chiodo; fratture instabili della colonna vertebrale e fratture multiple ⁹. Molti Autori invece riportano che solo in casi selezionati è raccomandato l'uso del RIN ⁹. Riportiamo in questo studio prospettico la nostra esperienza sul confronto clinico e radiologico tra RIN bloccato (BRIN) e non bloccato (NBRIN) per il trattamento delle fratture diafisarie del terzo distale di femore nei giovani adulti.

Materiali e metodi

Da gennaio 2015 ad Aprile 2018, sono stati ricoverati 78 pazienti con fratture al 3DF in 4 Trauma Center (AORN G. Rummo Hospital, Benevento, Italia; Santa Maria della Misericordia, Perugia, Italia; Klinical center Banja Luka, Bosnia ed Erzegovina; Ospedale Vito Fazzi, Lecce, Italia). Di questi, abbiamo incluso nel nostro studio 36 pazienti con fratture del terzo distale diafisario di femore dopo aver usato i seguenti criteri di esclusione: pazienti ematologici o oncologici, infezioni acute o croniche, età inferiore ai 18 anni, età superiore ai 65 anni per i maschi, età superiore a 50 anni o menopausa precoce per i pazienti di sesso femminile, malattie del metabolismo osseo, malattia reumatologiche, politrauma o polifratturati, nessun precedenti fratture agli arti inferiori.

Abbiamo diviso i pazienti in due gruppi omogenei da 18 pazienti per gruppo. Un gruppo di pazienti è stato trattato con il sistema di inchiodamento endomidollare retrogrado

T2 della Stryker® non bloccato prossimalmente (NBRIN). Il secondo gruppo è stato trattato con lo stesso sistema bloccato prossimalmente (BRIN).

Tutte le fratture sono state classificate secondo la classificazione AO¹⁰. I pazienti arruolati sono descritti in Tabella I. Tutti i pazienti sono stati informati in modo chiaro e completo sul tipo di trattamento e su altre possibili alternative chirurgiche e conservative. I pazienti sono stati trattati secondo gli standard etici della Dichiarazione di Helsinki e sono stati invitati a leggere, comprendere e firmare il modulo di consenso informato.

I pazienti che sono stati trattati con il sistema di inchiodamento endomidollare retrogrado T2 della Stryker® non bloccato prossimalmente sono stati sottoposti ad alesaggio del canale midollare sottodimensionato rispetto ad un diametro del chiodo maggiore rispetto a quanto si utilizza comunemente per l'inchiodamento ante retrogrado o retrogrado standard. L'apice prossimale del chiodo distava

Tabella I. Descrizione delle popolazioni esaminate.

	BRIN	NBRIN
Numero di pazienti	18	18
Età media (DS)	42 (±19)	45 (±16)
Range dell'età	18-65	18-65
Rapporto di genere (maschio:femmina)	13:5	13:5
Tipo di eventotraumatico	Caduta dall'alto: 3 (16,66%) Incidente Stradale: 8 (44,44%) Infortunio sul lavoro: 5 (27,77%) Arma da Fuoco: 2 (11,11%)	Caduta dall'alto: 3 (16,66%) Incidente Stradale: 9 (50%) Infortunio sul lavoro: 4 (22,22%) Arma da Fuoco: 2 (11,11%)
Tipo di Frattura del terzo diafisario distale del femore secondo l'AO [8]	A1: 2 A2:3 A3:2 B1:2 B2:1 B3:3 C1:2 C2:2 C3:1	A1: 3 A2:2 A3:1 B1:3 B2:2 B3:2 C1:2 C2:2 C3:1
Tipo di impianto ortopedico utilizzato	Chiodo Retrogrado Bloccato prossimalmente	Chiodo Retrogrado non Bloccato prossimalmente
Occupazione lavorativa	Primario: 4 (22%) Secondario: 10 (55%) Terziario: 4 (22%)	Primario: 4 (22%) Secondario: 9 (50%) Terziario: 5 (27%)
Lato del femore fratturato	Right: 7 (38%) Left: 11 (62%)	Right: 8 (45%) Left: 10 (55%)
Media <i>Non Union Scoring System</i> (DS)	41,22 (±18,14)	39,95 (±22,58)
Range <i>Non Union Scoring System</i>	21-65	21-65

almeno 3 cm dal grande trocantere. La riduzione della frattura è stata effettuata su tavolo radiotrasparente e affidata alla trazione manuale dell'assistente. In tutti i casi nel pre-operatorio è stata fatta una radiografia all'arto contro laterale sano per la misurazione della corretta lunghezza del chiodo. In seconda giornata post operatoria tutti hanno ricevuto la mobilizzazione manuale passiva e assistita del ginocchio. Nell'immediato post operatorio tutti i pazienti in base alla propria condizione clinica sono stati verticalizzati precocemente e hanno svolto un programma fisioterapico personalizzato volto alla deambulazione libera. L'unica differenza a carico del gruppo trattato con chiodo bloccato, è stata appunto l'esecuzione del bloccaggio prossimale con vite dedicata.

I criteri scelti per la valutazione dei due gruppi sono stati: la scala analogica visiva del dolore al ginocchio traumatizzato (VAS), il punteggio soggettivo *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS), il tempo medio di guarigione della frattura, la perdita ematica e le complicanze. Per studiare la guarigione ossea sulle radiografie, abbiamo utilizzato l'algoritmo *Non Union Score System* (NUSS) prima dell'intervento (Tab. I) ¹¹. I criteri per valutare la guarigione dell'osso dei gruppi di pazienti erano: il punteggio RUSH fornito da Chiavaras et al. ^{12,13} e derivato dal sistema di punteggio RUST. RUSH fornisce quattro componenti: ponte corticale, scomparsa corticale, consolidamento trabecolare e scomparsa trabecolare. Ogni componente può essere valutata da 1 a 3. Analogamente, i due indici trabecolari sono stati valutati da 1 a 3, ciascuno basato sul consolidamento per uno degli indici e la scomparsa della linea di frattura per l'altro. Il punteggio complessivo RUSH variava quindi da un minimo di 10 a un massimo di 30. Il punteggio VAS è stato raccolto lo stesso giorno in cui sono stati effettuati i raggi X secondo il calendario del follow-up ¹⁴.

È stata rilevata la densità ossea minerale della parte superiore del femore mediante DEXA Scan ¹⁵. L'allineamento del femore è stato misurato usando i raggi X e correlato con gli esiti clinici. Il potenziale *stress shielding* è stato studiato con TC e RM ¹⁶.

Il follow-up è stato effettuato con controlli clinici e radiografici a 1 mese, 3 mesi, 6 mesi e 12 mesi dal trauma; indagini strumentali quali MOC, TC, RM e esame baropodometrico sono stati effettuati a 12 mesi dal trauma. L'*endpoint* valutativo è stato fissato a 12 mesi per entrambi i gruppi.

Analisi statistica

Le statistiche descrittive sono state utilizzate per riassumere le caratteristiche del gruppo di studio e sottogruppi, compresi i mezzi e le deviazioni standard di tutte le variabili

continue. Il test t è stato utilizzato per confrontare i risultati continui. Il test chi quadrato e di Fisher per i sottogruppi più piccoli di 10 pazienti, sono stati usati per confrontare le variabili categoriali. La significatività statistica è stata definita come $p < 0,05$. Abbiamo usato il coefficiente di correlazione di Pearson (r) per confrontare il punteggio predittivo dei risultati e la qualità della vita. Le analisi statistiche sono state eseguite con SPSS v.15.0 (SPSS Inc., una società IBM, Chicago, IL, USA). Le età medie dei pazienti (e le loro deviazioni standard) sono state arrotondate nell'anno più vicino. Il punteggio predittivo dei risultati e della qualità della vita e le loro deviazioni standard sono stati approssimati al primo decimale mentre al secondo decimale è stato approssimato il coefficiente di correlazione di Pearson (r). Il coefficiente kappa di Cohen (κ) è un test statistico che misura l'accordo tra valutatori per gli elementi qualitativi (categoriali). Attraverso questo parametro abbiamo calcolato la concordanza tra i diversi valori qualitativi dei risultati funzionali con la guarigione ossea, l'asse anatomico e biomeccanico del femore dal punto di vista radiologico.

Risultati

Dei 78 pazienti inclusi inizialmente, 36 rientravano nei criteri di inclusione, divisi in 2 gruppi da 18. La media del follow-up è stata di 16,24 ($\pm 0,44$, range 12-24) mesi per BRIN e 15,97 ($\pm 0,38$; intervallo 12-24) mesi per NBRIN ($p > 0,05$). L'intervento è durato in media 52,8 ($\pm 15,6$; intervallo 25-76) minuti in BRIN mentre 48,6 ($\pm 22,4$; intervallo 38 -83) minuti per NBRIN ($p > 0,05$).

Le unità internazionali di globuli rossi delle trasfusioni perioperatorie nei nostri pazienti era in media 2,9 ($\pm 1,42$, range 0-7) in BRIN di 2,7 ($\pm 1,8$; range 0-6) per NBRIN ($p > 0,05$). In entrambi i gruppi, i pazienti hanno dimostrato la guarigione della ferita entro 21 giorni. Il tempo medio di guarigione ossea è stato di 142,4 ($\pm 15,7$; 72-168) giorni dopo l'intervento in BRIN mentre 140,8 ($\pm 13,9$; 69-172) giorni per NBRIN ($p > 0,05$).

Al giorno medio della guarigione ossea il RUSH era di 26,8 ($\pm 2,4$, range 24,1-30) punto in BRIN mentre 26,3 ($\pm 2,8$, range 23,9-30) in NBRIN ($p > 0,05$). Nel giorno medio della guarigione ossea il VAS era di 2,3 ($\pm 0,7$; range 0-4) in BRIN mentre 2,5 ($\pm 0,7$; range 0-4) in NBRIN ($p > 0,05$).

Abbiamo verificato che al giorno medio di guarigione dell'osso, la regressione tra i punteggi RUSH e VAS ha mostrato un valore p di 0,059 in BRIN, mentre un valore di $p = 0,066$ in NBRIN ($p > 0,05$).

La complicanza più comune è stata la riduzione di emoglobina superiore a 2,5 gr/dl, che è stata registrata in 5 pazienti in entrambi i gruppi. Solo 1 paziente nel gruppo BRIN ha avuto una riduzione della densità ossea minera-

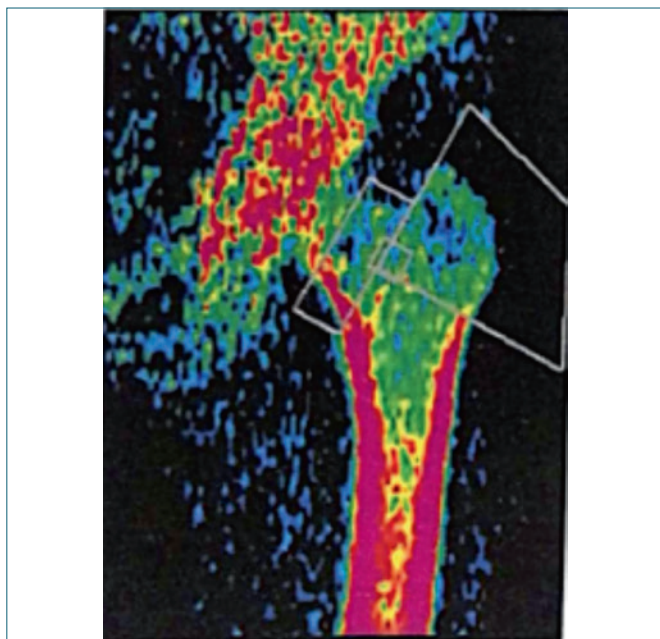


Figura 1. Paziente donna di 48 anni che è stata tratta con chiodo endomidollare retrogrado bloccato statico prossimalmente al terzo diafisario femore. Si nota una sofferenza osteoportica sulle corticali diafisarie e un'osteopenia generalizzata.

le prossimale (dalla normale all'osteopenia) agli endpoint di valutazione (Fig. 1). 2 pazienti del gruppo BRIN hanno avuto un accorciamento dell'arto traumatizzato inferiore ai 2 cm, mentre solo un caso è stato registrato per il gruppo NBRIN. Le altre complicazioni sono riassunte in Tabella I. Non è stato riscontrato, agli esami di secondo livello, nessun caso di stress shielding in nessuno dei 2 gruppi (Fig. 3). I risultati della baropodometria non hanno dato nessuna differenza statisticamente significativa tra i 2 gruppi nei casi di ipercarico sull'arto fratturato.

I risultati clinico-radiografici di correlazione media e esiti dei pazienti erano alti ($> 0,81$) secondo Cohen κ : sia nel gruppo BRIN che NBRIN ($p > 0,05$). Il trend della VAS nel ginocchio traumatizzato mostra che non ci sono differenze statisticamente significative tra i due gruppi durante il follow-up (Fig. 4). Anche per quanto riguarda il KOOS non vi è alcuna differenza statisticamente significativa durante il follow-up (Fig. 5).

Discussione

L'inchiodamento retrogrado è stato descritto da Harris nel 1980 ma solo recentemente è diventato una pratica molto comune nel trattamento dei politraumatizzati con fratture multiple senza l'utilizzo di letto di trazione e posizione supina¹⁷.

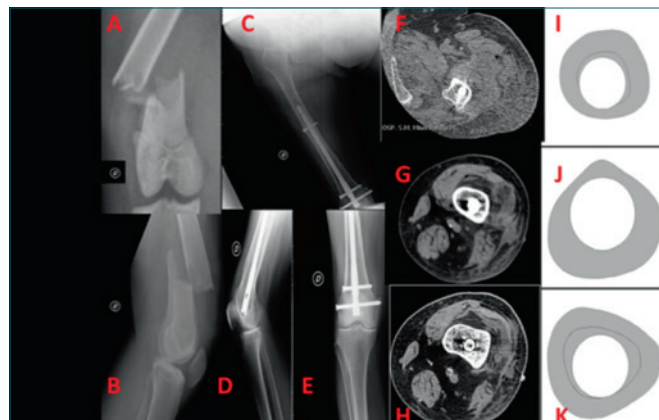


Figura 2. Donna di 47 anni, riporta da incidente stradale frattura 32 A3 secondo AO del Terzo distale diafisario di femore (A e B). RX (C-E) a 12 mesi dall'intervento mostrano la perfetta guarigione della frattura tramite inchiodamento retrogrado bloccato prossimalmente. I Tagli TC dell'apice del trocantere (F) dell'istmo (G) e dei condili (H) comparati con gli schemi di biomeccanica (I-K) di Shih et al a 22 mostrano che non vi è nessun stress shielding del chiodo con sofferenza corticale.

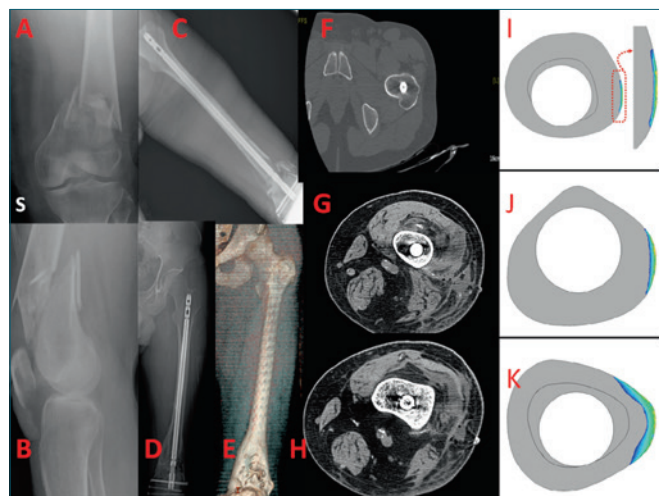


Figura 3. Uomo di 35 anni dopo caduta da cavallo si procura frattura 32C3 secondo AO del Terzo distale diafisario di femore (A e B). RX post riduzione con chiodo endomidollare retrogrado non bloccato prossimalmente e con viti poller distalmente per il corretto orientamento (C). RX (D) e TC in 3D (E) a 12 mesi dall'intervento mostrano la perfetta guarigione della frattura. I Tagli TC dell'apice del trocantere (F) dell'istmo (G) e dei condili (H) comparati con gli schemi di biomeccanica (I-K) di Shih et al.²² mostrano che non vi è nessun stress shielding del chiodo con sofferenza corticale.

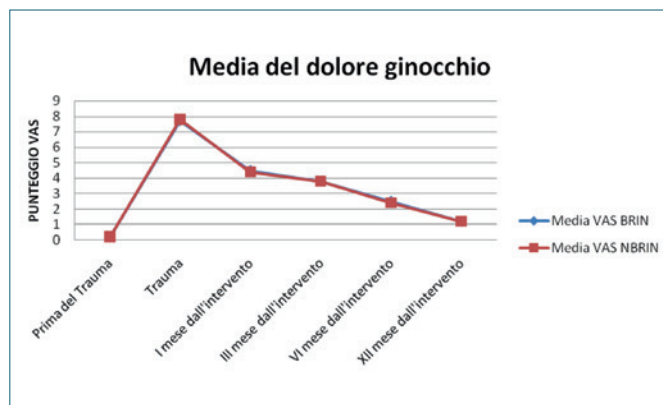


Figura 4. Trend del dolore misurato con VAS del ginocchio operato in un anno di follow up. Non vi è differenza statisticamente significativa nei vari endpoint valutativi presi in considerazione.

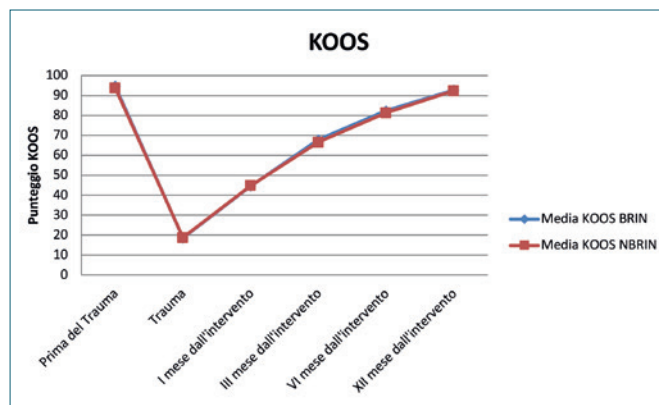


Figura 5. Trend di monitoraggio sulla funzionalità e qualità di vita data relativa al ginocchio operato in un anno di follow up misurate con il punteggio KOOS. Non vi è differenza statisticamente significativa nei vari endpoint valutativi presi in considerazione.

Nonostante le indicazioni assolute all'uso dei chiodi retrogradi siano ancora soggette a vari dibattiti, le indicazioni relative riguardano: l'obesità; i traumi multi-sistemici; il Floating Knee, le fratture bilaterali di femore; le fratture omolaterali dell'acetabolo e/o del collo del femore; l'artrotomia traumatica incontaminata del ginocchio; subamputazioni a livello del ginocchio; traumi pelvici; donne in gravidanza; lesioni o infezioni intorno al punto di ingresso del chiodo; fratture instabili della colonna vertebrale e fratture multiple⁹. Molti Autori invece riportano che solo in casi selezionati è raccomandato l'uso del RIN⁹. Già nel 2000 Tornetta et al.¹⁷ pubblicarono uno studio dove confrontavano le eventuali differenze tra l'inchioc-

mento anterogrado e retrogrado delle fratture diafisarie di femore, e se il chiodo retrogrado fosse una causa di gonalgia¹⁷ senza trovare una risposta certa; studi più recenti mostrano che il dolore anteriore al ginocchio è comparabile tra le due metodiche ed è marcato nei pazienti che presentano già lesioni articolari o artrosi del ginocchio al momento del trauma³. È stato riportato che il tasso di consolidazione dopo l'inchiocamento retrogrado non alesato è solo dell'89,2% ma utilizzando un chiodo sovradimensionato, in combinazione con i primi chiodi dinamizzati si ha il 94% di consolidazione¹⁸. Un tasso di consolidazione del 90% è stato riportato in un gruppo eterogeneo di pazienti dopo RIN,

Tabella II. Complicazioni nei due gruppi trattati con chiodo endomidollare retrogrado.

Complicazioni	BRIN	NBRIN
Perdita del bloccaggio distale	0	0
Perdita bloccaggio distale con protrusione del chiodo	0	0
Protrusione del chiodo minima	0	0
Perdita di sangue >2,5 gr/dl di emoglobina	5 (27,77%)	5 (27,77%)
Male allineamento in Varo/Valgo > 5°	0	1 (5,55%)
Malallineamento in ProCurvato/Retrocurvato < 10°	2 (11,11%)	1 (5,55%)
Vizio rotazionale	0	0
Eterometria (< 2 cm)	1 (5,55%)	2 (11,11%)
Infezioni superficiali	0	0
Infezioni profonde	0	0
Deminerizzazione del 3 prossimale di femore	1 (5,55%)	0
Totali	9 (50%)	9 (50%)

anche se la tecnica non abbia incluso sovra-alesaggio del canale per ottenere un buon fit del chiodo^{19,20}. Bisogna comunque tener presente che la percentuale di consolidazione del femore diafisario distale è di circa il 86,6% contro 93,7% del secondo medio diafisario²¹. In una recente review si evince che il chiodo retrogrado ha una maggiore capacità di promuovere la consolidazione ossea rispetto all'anterograde²¹. Sempre Tornetta et al.¹⁷ nel 2000 argomentano che la consolidazione ossea buona e rapida si ottiene quando si effettua un sovra-alesaggio e una buona stabilità biomeccanica dell'impianto¹⁷. In tutti i loro pazienti il chiodo montato aveva un diametro di 1 o 1,5 mm superiore al numero della fresa usata per l'alesaggio del canale¹⁷. La differenza di accorciamento e la deformità di rotazione registrate erano dovute, almeno in parte, alle diverse tecniche utilizzate per il posizionamento del chiodo¹⁷. Usando un tavolo da trazione per il gruppo dell'inchiodamento anterograde, si evitava l'accorciamento. Invece, nel gruppo del retrogrado, la trazione manuale di un assistente poteva creare problemi nel bloccaggio prossimale e nell'accorciamento dell'arto inferiore¹⁷.

I risultati di uno studio biomeccanico sui chiodi retrogradi, in cui vi era un sottogruppo trattato con chiodo non bloccato prossimalmente, hanno mostrato che la tecnica di fissazione statica portava a una stabilità di fissazione sufficiente e che le tecniche di fissazione dinamica riducevano il rischio di fallimento dell'impianto e producevano un'area di contatto più ampia delle superfici di frattura²² e forse da ciò la mancanza di stress *shielding* riscontrato.

Tuttavia si evinceva una riduzione della massa ossea riscontrata in assenza di osteolisi^{23,24} nel chiodo BRIN. Ciò non può essere legata all'ipotesi di un fallimento dell'impianto²⁵ ma potrebbe essere dovuta al rimodellamento osseo intorno a un impianto ortopedico non osteointegrabile²⁶, oppure in assenza di un'indagine anamnestica appropriata sulle condizioni di salute del paziente apparentemente sano²⁷.

Dougherty et al.²⁸ descrissero, con i dati a loro disponibili, che l'inchiodamento retrogrado immediato appariva sicuro come quello anterograde per le fratture femorali da ferita d'arma da fuoco.

Daglar et al.²⁹ riportarono che le funzioni del ginocchio sembravano avere risultati clinici simili sia dopo l'inchiodamento anterograde che dopo quello retrogrado, per le fratture diafisarie del femore prendendo in considerazione come *outcome*: il ROM articolare del ginocchio, lo score di Lysholm, la valutazione isokinetica. Con l'aumentare dell'età del paziente, dovrebbe essere prevenuta una diminuzione della funzionalità del ginocchio nei pazienti con fratture del femore, a prescindere dalla tecnica di inchiodamento²⁹.

Il trattamento operativo delle fratture distali del femore è frequentemente problematico, dato che nei pazienti giovani e nei traumi ad alta energia cinetica si rilevano molte aree pluriframmentarie, mentre nei pazienti più anziani sono presenti una ridotta massa ossea e/o l'impianto protesico. In uno studio su cadavere Pekmezci et al.³⁰ hanno dimostrato che i nuovi chiodi retrogradi femorali hanno una miglior resistenza e sopravvivenza ai carichi assiali rispetto alle placche. Tuttavia, in una singola frattura la scelta dell'impianto è influenzata sia dal grado di frammentarietà del terzo diafisario distale, sia dalla struttura dell'eventuale impianto già presente e dalle preferenze del chirurgo.

Con i risultati presentati nel nostro studio, si evince che l'utilizzo della tecnica chirurgica di osteosintesi di fratture del 3DF mediante chiodo retrogrado non bloccato prossimalmente consente di ottenere risultati simili a quelli ottenuti con chiodo retrogrado bloccato. Pertanto entrambe le tecniche risultano valide ed efficaci, sia per quanto riguarda gli *outcome* (clinici, funzionali, radiologici) soggettivi che oggettivi. Ciò è ulteriormente supportato dal basso tasso di complicanze. Ulteriori studi con cohorti più ampie, un follow-up a lungo termine e valutazioni biomeccaniche dovrebbero essere condotti per validare ulteriormente i nostri risultati, che sono comunque in linea con quelli presenti in letteratura.

Conclusioni

I risultati preliminari riscontrati confrontati con quelli della Letteratura sono incoraggianti. Tuttavia, per l'eseguità della casistica, il follow-up ristretto e la mancanza di studi biomeccanici, si evince che l'inchiodamento endomidollare retrogrado non bloccato prossimalmente può essere un valido ausilio nel trattamento delle fratture 3DF se utilizzato con le giuste indicazioni.

Bibliografia

- Arneson TJ, Melton LJ 3rd, Lewallen DG, et al. *Epidemiology of diaphyseal and distal femoral fractures in Rochester, Minnesota, 1965-1984*. Clin Orthop Relat Res 1988;(234):188-94.
- Wild M, Gehrman S, Jungbluth P, et al. *Treatment strategies for intramedullary nailing of femoral shaft fractures*. Orthopedics 2010;33:726. <https://doi.org/10.3928/01477447-20100826-15>
- Ostrum RF, Agarwal A, Lakatos R, et al. *Prospective comparison of retrograde and antegrade femoral intramedullary nailing*. J Orthop Trauma 2000;14:496-501. <https://doi.org/10.1097/00005131-200009000-00006>
- Andrzejewski K, Panasiuk M, Grzegorzewski A, et al. *Com-*

- parison of knee function in patients with a healed fracture of the femoral shaft fixed with retrograde and antegrade intramedullary nailing. *Ortop Traumatol Rehabil* 2013;15:395-405. <https://doi.org/10.5604/15093492.1084241>
- 5 Schütz M, Schafer M, Bail H, et al. *New osteosynthesis techniques for the treatment of distal femoral fractures*. *Zbl Chir* 2005;130:307-13. <https://doi.org/10.1055/s-2005-836791>
 - 6 Jain JK, Asif N, Ahmad S, et al. *Locked compression plating for peri- and intra-articular fractures around the knee*. *Orthop Surg* 2013;5:255-60. <https://doi.org/10.1111/os.12069>
 - 7 Cameron CD, Meek RN, Blachut PA, et al. *Intramedullary nailing of the femoral shaft: a prospective, randomized study*. *J Orthop Trauma* 2014;28 Suppl 8:S11-4. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000185>
 - 8 Neumann MV, Südkamp NP, Strohm PC. *Management of femoral shaft fractures*. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2015;82:22-32.
 - 9 Medici A, Meccariello L, Grubor P, et al. *Indications and limitations of retrograde dynamic nailing in the treatment of shaft and distal femoral fractures in young adult*. *Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia* 2016;42:1-8.
 - 10 Kim JW, Oh CW, Oh JK, et al. *Treatment of infra-isthmal femoral fracture with an intramedullary nail: is retrograde nailing a better option than antegrade nailing?* *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138:1241-7. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2961-6>
 - 11 Calori GM, Colombo M, Mazza EL, et al. *Validation of the non-union scoring system in 300 long bone non-unions*. *Injury* 2014;45 Suppl 6:S93-7. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.10.030>
 - 12 Chiavaras MM, Bains S, Choudur H, et al. *The Radiographic Union Score for Hip (RUSH): the use of a checklist to evaluate hip fracture healing improves agreement between radiologists and orthopedic surgeons*. *Skeletal Radiol* 2013;42:1079-88. <https://doi.org/10.1007/s00256-013-1605-8>.
 - 13 Litrenta J, Tornetta P 3rd, Mehta S, et al. *Determination of radiographic healing: an assessment of consistency using RUST and modified RUST in metadiaphyseal fractures*. *J Orthop Trauma* 2015;29:516-20. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000390>
 - 14 Maiettini D, Bisaccia M, Caraffa A, et al. *Feasibility and value of radiographic union score hip fracture after treatment with intramedullary nail of stable hip fractures*. *Acta Inform Med* 2016;24:394-6. <https://doi.org/10.5455/aim.2016.24.394-396>
 - 15 Zhuang H, Li Y, Lin J, et al. *Cortical thickness in the intertrochanteric region may be relevant to hip fracture type*. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:305. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1669-z>
 - 16 Lohmann CH, Rampal S, Lohrengel M, et al. *Imaging in peri-prosthetic assessment: an orthopaedic perspective*. *EFORT Open Rev* 2017;2:117-25. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.2.160058>
 - 17 Tornetta P 3rd, Tiburzi D. *Antegrade or retrograde reamed femoral nailing. A prospective, randomised trial*. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:652-4. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.82b5.10038>
 - 18 Moed B, Watson T, Cramer K, et al. *Unreamed retrograde intramedullary nailing of fractures of the femoral shaft*. *J Orthop Trauma* 1998;12:334-42. <https://doi.org/10.1097/00005131-199806000-00007>
 - 19 Ostrum R, DiCicco J, et al. *Retrograde intramedullary nailing of femoral diaphyseal fractures*. Presented at the Orthopaedic Trauma Association, Louisville, KY, 1997.
 - 20 Dougherty PJ, Gherebeh P, Zekaj M, et al. *Retrograde versus antegrade intramedullary nailing of gunshot diaphyseal femur fractures*. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:3974-80. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3058-8>
 - 21 Koso RE, Terhoeve C, Steen RG, et al. *Healing, nonunion, and re-operation after internal fixation of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis*. *Int Orthop* 2018;42:2675-83. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3864-4>.
 - 22 Shih KS, Hsu CC, Hsu TP, et al. *Biomechanical analyses of static and dynamic fixation techniques of retrograde interlocking femoral nailing using nonlinear finite element methods*. *Comput Methods Programs Biomed* 2014;113:456-64. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.11.002>
 - 23 Jones DM, Marsh JL, Nepola JV, et al. *Focal osteolysis at the junctions of a modular stainless-steel femoral intramedullary nail*. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A(4):537-48. <https://doi.org/10.2106/00004623-200104000-00008>
 - 24 Foguet P, Hashmi F, Lawrence T. *Case report: metaphyseal osteolysis around a titanium reconstruction nail*. *Injury* 2003;34(5):374-7. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(02\)00318-2](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(02)00318-2)
 - 25 Viberg B, Ryg J, Overgaard S, et al. *Low bone mineral density is not related to failure in femoral neck fracture patients treated with internal fixation*. *Acta Orthop* 2014;85:60-5. <https://doi.org/10.3109/17453674.2013.875360>
 - 26 Canovas F, Roche O, Girard J, et al. *Bone density and functional results after femoral revision with a cementless press-fit stem*. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:283-7. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.01.009>
 - 27 Wilson S, Sharp CA, Davie MW. *Health-related quality of life in women referred for bone density assessment: relationships with bone mineral density, fracture and co-morbidity*. *Qual Life Res* 2015;24:1235-43. <https://doi.org/10.1007/s11136-014-0851-0>
 - 28 Dougherty PJ, Gherebeh P, Zekaj M, et al. *Retrograde versus antegrade intramedullary nailing of gunshot diaphyseal femur fractures*. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:3974-80. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3058-8>.

- ²⁹ Daglar B, Gungor E, Delialioglu OM, et al. *Comparison of knee function after antegrade and retrograde intramedullary nailing for diaphyseal femoral fractures: results of isokinetic evaluation.* J Orthop Trauma 2009;23:640-4. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a5ad33>
- ³⁰ Pekmezci M, McDonald E, Buckley J, et al. *Retrograde intramedullary nails with distal screws locked to the nail have higher fatigue strength than locking plates in the treatment of supracondylar femoral fractures: a cadaver-based laboratory investigation.* Bone Joint J 2014;96-B:114-21. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B1.31135>

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

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza "Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0)", che consente agli utenti di distribuire, rielaborare, adattare, utilizzare i contenuti pubblicati per scopi non commerciali; consente inoltre di realizzare prodotti derivati comunque e sempre solo a fini non commerciali, citando propriamente fonte e crediti di copyright e indicando con chiarezza eventuali modifiche apportate ai testi originali.