Inchiodamento alesato delle fratture diafisarie di femore nel paziente adulto polifratturato

Reamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures in adult patient with multiple orthopaedic injuries

V. Zottola
F. Romanò
E. Mazza

RIASSUNTO

Background. L'inchiodamento endomidollare è attualmente il trattamento di scelta nelle fratture diafisarie del femore negli adulti. Negli ultimi anni alcuni Autori hanno riportato un aumento dei rischi di ARDS ed embolia polmonare in pazienti con associato trauma toracico.
Obiettivi. Gli Autori hanno riesaminato la propria esperienza nel trattamento precoce con inchiodamento endomidollare alesato delle fratture diafisarie di femore in pazienti polifratturati per verificare se fosse presente un rischio aumentato di complicanze polmonari in questi pazienti.
Metodi. Abbiamo rivisto retrospettivamente 48 pazienti polifratturati operati entro 48 h dall'ingresso in ospedale con inchiodamento endomidollare alesato femorale.
Risultati. Nella nostra esperienza non abbiamo osservato complicanze polmonari nei pazienti da noi trattati con questa metodica.
Conclusioni. Noi riteniamo che l'inchiodamento alesato in pazienti polifratturati rappresenti una tecnica sicura e di successo che permette al paziente di iniziare un rapido recupero funzionale compatibilmente alle altre lesioni ossee associate.

Parole chiave: polifratturato, inchiodamento endomidollare, frattura diafisaria femorale

Divisione di Ortopedia e Traumatologia, Ospedale "Sant'Anna", Como

Indirizzo per la corrispondenza:
Dott. Romanò Fabio
Via Nino Bixio 26
20020 Lainate, Milano
Tel. 02 9372202
E-mail: docroma@tiscali.it

Ricevuto il 29 gennaio 2004
Accettato il 25 agosto 2004

SUMMARY

Background. The intramedullary nailing is currently the treatment of choice for femoral shaft fractures in adults. In the last years some Authors have brought an increase risk of ARDS and pulmonary embolism in patient with thoracic injury.
Objectives. The Authors reviewed their own experience in early treatment with reamed intramedullary nailing of the femoral shaft fractures in adult patients to investigate the risk of pulmonary complications.
Methods. We have reviewed retrospectively 48 multiple fractures patients treated with reamed intramedullary nailing of the femoral shaft within the first 48 h by the entry in the hospital.
Results. In our experience we have not observed pulmonary complications in our patients.
Conclusions. We believe that reamed intramedullary nailing in patients with multiple orthopaedic injuries represents a safe and successfull technique that allows the

patient to begin an early functional recovery compatibly to others bony lesions.

Key words: multiple orthopaedic injuries, intramedullary nailing, femoral shaft fracture

INTRODUZIONE

L'inchiodamento endomidollare è il trattamento di scelta nelle fratture diafisarie del femore negli adulti. Alte percentuali di guarigione, una bassa incidenza di complicanze ed un eccellente recupero della funzione dell'arto rendono l'inchiodamento endomidollare una delle tecniche riproducibili di maggiore successo nella chirurgia traumatologica.
L'inchiodamento precoce (entro le 48 ore) delle fratture della diafisi femorale è stato associato con una riduzione significativa dell'incidenza di complicanze settiche e polmonari (ARDS, polmonite, embolia adiposa), una minor mortalità, una diminuzione della degenza nell'unità di rianimazione e minori giorni di ventilazione meccanica [1] [2].
Tuttavia alcuni autori ritengono che la sintesi precoce delle fratture delle ossa lunghe nel paziente politraumatizzato comporti un aumento della perdita di sangue, dello stress chirurgico, della morbilità polmonare e della mortalità. Altri ancora ritengono che la morbilità polmonare sia identica nei pazienti sottoposti ad una fissazione precoce o ritardata delle fratture delle ossa lunghe [3] [4].
Un gruppo particolare di pazienti sono i polifratturati. Questi non presentano lesioni a carico di altri apparati che non sia quello locomotore ed hanno un numero di fratture localizzate in distretti corporei differenti superiore o uguale a due.
Scopo di questo lavoro è di valutare retrospettivamente i risultati clinici e le complicanze del trattamento con chiodo endomidollare alesato delle fratture diafisarie di femore nel paziente polifratturato.

MATERIALE E METODO

Tra il gennaio 1997 ed il maggio 2003, 48 pazienti con 50 fratture della diafisi femorale sono stati sottoposti a riduzione e sintesi chirurgica della frattura con chiodo endomidollare alesato presso il reparto di Ortopedia e Traumatologia dell'Ospedale "Sant'Anna" di Como. Tutti i pazienti della popolazione presa in esame avevano subito la sintesi chirurgica di almeno un'altra frattura oltre a quella della diafisi femorale, sono stati esclusi i pazienti con compromissione delle funzioni respiratorie e/o circolatorie. La sintesi delle fratture è stata effettuata in urgenza (entro le 6 h dal trauma) in presenza dell'esposizione di una delle fratture o nel caso di coinvolgimento bilaterale delle diafisi femorali. L'intervento chirurgico è stato eseguito dopo che il paziente è stato giudicato stabile emodinamicamente dall'anestesista-rianimatore ed dopo aver accertato l'assenza di lesioni ad organi interni. L'intervento chirurgico è stato effettuato in tutti i pazienti a non più di 48 h dal momento dell'ingresso in ospedale. Tutti i pazienti erano scheletricamente maturi (Tab. I).
Per la sintesi con impianto endomidollare alesato è stato utilizzato il chiodo di Grosse-Kempf (Stryker Trauma, Geneva, Switzerland), la decisione se bloccare o meno distalmente e/o prossimalmente il chiodo è stata lasciata al chirurgo. Abbiamo avuto tre pazienti che presentavano la frattura omolaterale del collo femorale e della diafisi femorale. In questi casi per la sintesi è stato utilizzato un chiodo Gamma Long (Stryker Trauma, Geneva, Switzerland).
Tutti i pazienti sono stati sottoposti a profilassi anti-tromboembolica con eparine a basso peso molecolare per via sottocutanea una volta al giorno fino alla concessione del carico completo e comunque per non meno di 40 giorni.
L'età dei pazienti, il sesso, la modalità del trauma, le caratteristiche delle fratture e le complicanze locali sono esposte nella Tabella II.
Nessun paziente con bloccaggio statico ha effettuato la dinamizzazione prossimale o distale del chiodo. Tutti i pazienti sono stati seguiti fino alla completa guarigione delle fratture e sono stati effettuati dei controlli clinici periodici fino a 12 mesi dalla sintesi chirurgica o comunque fino all'evidenza clinico-radiografica dell'avvenuta guarigione. Abbiamo scelto un minimo di follow-up di sei mesi poiché alla fine di questo periodo il paziente dovrebbe aver raggiunto la guarigione della frattura femorale così come il recupero funzionale completo dell'arto coinvolto.
Durante i controlli clinici a distanza è stata valutata la mobilità attiva e passiva dell'anca, del ginocchio e la sua stabilità, la dismetria, la rotazione.

Tab. I. Dettaglio pazienti, fratture associate a quella diafisaria e modalità di trattamento.

Paziente	Età/Sesso	Fratt. diafisi femore	Fratture associate	Sintesi femore	Trattamento associato
F.N.	30/m	destra	Piatto tibiale destro	G-K: Ø 12	Placca di Kerboul
G.M.	25/m	destra	Piatto tibiale destro	G-K: Ø 13	Placca di Kerboul
M.M.	28/f	sinistra	Biossea avambraccio sinistro	G-K: Ø 12	Placche DCP
G.L.	26/m	sinistra	Piatto tibiale sinistro	G-K: Ø 13	Placca di Kerboul
P.G.	35/m	destra	Piatto tibiale destro	G-K: Ø 13	Viti cannulate
F.M.	40/f	sinistra	Biossea avambraccio sinistro	G-K: Ø 11	Placche DCP
P.M.	36/f	sinistra	Diafisi omero sinistro	G-K: Ø 12	Chiodo di Seidel
S.A.	45/f	sinistra	Radio sinistro	G-K: Ø 12	Placca DCP
P.L.	55/m	destra	Ciglio cotiloideo destro	G-K: Ø 13	Trazione trans-scheletrica
F.G.	31/m	destra	Rotula destra	G-K: Ø 12	Fili e cerchiaggio
D.M.	40/m	destra	II, III, IV metatarsale a destra	G-K: Ø 12	Fili di Kirschner
S.P.	35/f	destra	Rotula destra	G-K: Ø 11	Fili e cerchiaggio
C.L.A.	33/m	destra	Rotula destra	G-K: Ø 12	Fili e cerchiaggio
F.M.	26/m	destra	Rotula destra	G-K: Ø 13	Fili e cerchiaggio
B.C.	42/f	sinistra	Piatto tibiale sinistro	G-K: Ø 12	Viti cannulate
Y.M.B.	29/m	sinistra	Diafisi omero destro	G-K: Ø 12	Chiodo di Seidel
D.M.	24/m	destra	III e IV metacarpale	G-K: Ø 12	Fili di Kirschner
C.A.	25/m	destra e sinistra	Nessuna	G-K: Ø 12, Ø 12	Nessuno
B.A.	63/m	sinistra esposta	Rotula destra	G-K: Ø 12	Fili e cerchiaggio
C.A.	36/f	sinistra	Bimalleolare a sinistra	G-K: Ø 13	Vite malleolare + placca
C.U.	43/m	destra esposta	I metacarpale a destra	G-K: Ø 12	Fili di Kirschner
G.F.	26/f	sinistra	Tibia sinistra esposta + calcagno sinistro	G-K: Ø 12	Grosse-Kempf: Ø 9 + viti
D.F.	21/m	sinistra	Rotula sinistra	G-K: Ø 12	Fili e cerchiaggio
C.R.	36/m	destra	Sovracondiloidea omero destro	G-K: Ø 12	Placche DCP
Z.M.	25/f	sinistra	Tibia sinistra esposta + collo femore sinistro	Gamma Long: Ø 11	Grosse-Kempf: Ø12
C.D.	16/m	sinistra	Calcagno sinistro esposta	G-K: Ø 11	Toilette chirurgica + gesso
V.A.	15/m	destra	Bimalleolare a destra	G-K: Ø 11	Vite malleolare + placca
Z.J.	24/m	destra e sinistra	Nessuna	G-K: Ø 12, Ø 12	Nessuno
M.S.	25/m	sinistra	Malleolo tibiale a destra	G-K: Ø 13	Vite malleolare
C.N.	54/f	sinistra esposta	Diafisi ulna destra	G-K: Ø 12	Placca DCP
T.C.	27/m	sinistra	Biossea avambraccio sinistro	G-K: Ø 13	Placche DCP
O.D.	21/m	destra esposta	Mall. tibiale dx + V metat. dx + diaf. omero dx	G-K: Ø 12	Viti + chiodo Seidel
P.A.	27/m	destra	Tibia destra esposta	G-K: Ø 12	Grosse-Kempf: Ø 11
S.D.	33/m	sinistra	I, II, III, IV, V metatarsale a sinistra	G-K: Ø 13	Fili di Kirschner
L.L.	40/m	destra esposta	Tibia destra + rotula destra	G-K: Ø 12	G-K: Ø 10, fili e cerch. metall.
C.L.	24/f	sinistra esposta	Tibia sx esposta + biossea avambraccio dx	G-K: Ø 11	G-K: Ø 9 + placche DCP
G.A.	29/m	sinistra	Tibia destra	G-K: Ø 10	Grosse-Kempf: Ø 9
M.F.	16/m	destra	Tibia destra	G-K: Ø 12	Grosse-Kempf: Ø 10
G.S.	40/m	sinistra	Tibia destra	G-K: Ø 12	Grosse-Kempf: Ø 10
G.M.	28/f	sinistra	Piatto tibiale sx + epifisi distale radio dx e sx	G-K: Ø 12	Viti cannulate + fili di K.
D.F.	37/m	destra	Tibia destra + diafisi ulna destra	G-K: Ø 13	G-K: Ø 11 + placca DCP
B.M.	25/f	destra	Tibia destra	G-K: Ø 11	Grosse-Kempf: Ø 9
G.L.	23/m	sinistra esposta	Malleolo tibiale a destra	G-K: Ø 12	Fili e cerchiaggio
M.S.	25/m	destra	Malleolo tibiale a destra	G-K: Ø 13	Fili e cerchiaggio
M.A.	25/m	sinistra	Diafisi perone sinistro + diafisi omero destro	G-K: Ø 11	Placca DCP
O.G.	26/m	sinistra	Collo fem. sx + ala iliaca sx + capit. radiale sx	Gamma Long: Ø 12	Capitellectomia
R.G.	33/m	destra esposta	Diafisi omero sinistro	G-K: Ø 11	Placca DCP
S.G.	43/m	sinistra	Collo femore sinistro + bimalleolare sinistra	G-K: Ø 12	Vite malleolare + placca

RISULTATI

Il tempo medio necessario per la sintesi di una frattura chiusa della diafisi femorale con chiodo endomidollare alesato di Grosse-Kempf è stato di 86 minuti (range 55-155 minuti), nel caso di una frattura esposta il tempo medio necessario per la sintesi è stato di 106 minuti (range 70-180 minuti).
In due pazienti è stato necessario effettuare la sintesi a cielo aperto della frattura femorale per permettere la riduzione e la contenzione con cerchiaggi di grossi frammenti di corticale che erano gravemente dislocati nella coscia.
In un paziente con frattura diafisaria prossimale di tipo IV di Winquist è stata effettuata la sintesi bloccata del chiodo con una sola vite [5]. Il paziente aveva il femore più corto rispetto al chiodo di minima lunghezza a nostra disposizione per cui è stato necessario tagliare la parte distale del chiodo.
In questo stesso caso si è verificata l'unica frattura misconosciuta della serie. Questa lesione, consistente nella frattura omolaterale sovrasindesmotica del perone, è stata diagnosticata nella fase precoce della riabilitazione.
Tutti i pazienti hanno trascorso il periodo post-operatorio nel reparto di ortopedia e traumatologia, non è stata necessaria la degenza in un'unità di terapia intensiva. Il tempo medio di ospedalizzazione è stato di 10 giorni.

Tab. II. Caratteristiche dei pazienti, delle fratture femorali e del tipo di inchiodamento endomidollare alesato femorale.

Età media	30,2 anni (15-63)
Sesso	35 maschi (72,9%)/ 13 femmine (27,0%)
Lato	Sinistro 27 (54%) / destro 23 (46%) (2 bilaterali)
Modalità del trauma	Incidente stradale in automobile: 14 paz. Incidente stradale in motocicletta: 28 paz. Investiti da automobile: 4 paz. Precipitati dall'alto: 2 paz.
Fratture esposte	8 pazienti (16%)
Grado di esposizione sec. Gustilo-Anderson	Grado I: 5 fratture (62,5%) Grado II: 3 fratture (37,5%) Grado III: 0 fratture (0%)
Grado di comminuzione sec. Winquist	Tipo I: 20 fratture (40%) Tipo II: 14 fratture (28%) Tipo III: 9 fratture (18%) Tipo IV: 7 fratture (14%)
Localizzazione fratture	1/3 prossimale: 9 fratture (18%) 1/3 medio: 35 fratture (70%) 1/3 distale: 6 fratture (12%) 3 fratture omolaterali del collo femorale
Bloccaggio	Dinamico: 2 fratture (4%) Bloccaggio prossimale: 5 fratture (10%) Bloccaggio distale con 1 vite: 18 fratture (36%) Bloccaggio distale con 2 viti: 50 fratture (50%)
Diametro chiodo endomidollare	10 mm: 1 frattura (2%) 11 mm: 9 fratture (18%) 12 mm: 29 fratture (58%) 13 mm: 11 fratture (22%)
Complicanze locali	Pseudoartrosi: 0 fratture (0%) Infezione: 1 frattura (2%) Deviazione angolare: 1 frattura (2%) Rottura impianto: 0 fratture (0%) Dismetrie > 1 cm: 1 frattura (2%)

La mobilizzazione passiva del ginocchio e dell'anca è iniziata due giorni dopo l'intervento chirurgico, ai pazienti è stato concessa, quando possibile, la deambulazione in carico parziale di 15-20 kg con due stampelle. Al momento della comparsa radiografica del callo osseo è stato permesso l'aumento progressivo del peso sul femore fratturato compatibilmente con la sintomatologia algica e con l'evoluzione del processo di guarigione. Nel caso di fratture molto prossimali o distali del femore si è preferito ritardare la concessione del carico per evitare il rischio di rotture dell'impianto.
Nei pazienti con fratture medio diafisarie con rima di frattura minore di 30° e senza comminuzione è stato concesso un carico parziale immediato limitato unicamente dalla sintomatologia algica.

In presenza della lesione del "ginocchio flottante" abbiamo scelto la sintesi anterograda sia di femore che della tibia con chiodo di Grosse-Kempf (Fig. 1). Malgrado la gravità della lesione in tutti i pazienti si è raggiunta la guarigione ossea entro 6 mesi con un'articolarità del ginocchio completa. Diverso esito hanno avuto 5 pazienti con frattura della diafisi femorale ed associata frattura omolaterale del piatto tibiale. In tre di questi casi si è ottenuto un recupero parziale dell'articolarità del ginocchio che ha raggiunto i 100° di flessione. Lesioni legamentose o meniscali presenti in questi pazienti sono state trattate in un secondo tempo.

Nel nostro studio non si sono verificate pseudoartrosi o ritardi di consolidazione del femore e non è stato necessario nessun innesto osseo primario o secondario. Il tempo medio di guarigione è stato di 20 settimane nelle fratture non esposte, mentre in quelle esposte è stato di 23 settimane.

Non si sono verificate rotture da fatica del chiodo endomidollare.

Nei pazienti con fratture esposte non abbiamo riportato infezioni; nei pazienti con fratture non esposte della diafisi femorale si è verificata una sepsi che ha richiesto la rimozione del chiodo e la neosintesi con uno di diametro maggiore dopo il rialesaggio del canale endomidollare. Il chiodo non è stato bloccato ne prossimamente ne distalmente ed il paziente è giunto a guarigione dopo 4 mesi con un'ipometria di 1,5 cm.

In nessun paziente del campione preso in esame si è sviluppata una complicanza polmonare (polmonite, ARDS, embolia polmonare) clinicamente evidente. La deviazione in valgo si è verificata in una paziente che aveva una frattura al terzo distale della diafisi femorale.

Fig. 1. 37 anni, maschio, frattura diafisi femorale Winquist I, frattura diafisi tibiale omolaterale. Radiografie pre-operatorie e post-operatorie.

DISCUSSIONE

La frattura della diafisi femorale rappresenta un'entità speciale nel trattamento dei pazienti politraumatizzati. Lo standard attuale di trattamento delle fratture delle ossa lunghe in pazienti politraumatizzati consiste nell'effettuare una sintesi precoce appena il paziente sia sufficientemente stabile per tollerare un intervento chirurgico [6 7]. I benefici attesi di una stabilizzazione chirurgica precoce sono molteplici.

La riduzione della continua embolizzazione del grasso midollare dovuto al movimento dei monconi di frattura, la diminuzione del dolore e quindi del fabbisogno di analgesici narcotici, che deprimono il sistema respiratorio; una precoce stabilizzazione elimina l'obbligo della stazione supina che il paziente deve mantenere durante il periodo in trazione e favorisce il nursing. La mobilizzazione del torace migliora la funzione respiratoria aumentando la capacità funzionale residua, evitando l'atelectasia e diminuendo lo shunt venoso polmonare [8].

Rogers et al. hanno tentato di identificare quale fosse il momento migliore per effettuare la sintesi con chiodo endomidollare in pazienti con la frattura isolata della diafisi femorale ed hanno trovato poche differenze tra una sintesi immediata (< 24 h dal trauma) o precoce (24-72 h dal trauma) per ciò che riguarda l'incidenza della morbilità polmonare e la degenza ospedaliera. Tuttavia hanno notato un aumento delle complicanze polmonari ed infettive nel gruppo operato dopo 72 h dal trauma [9].

Sia Pape che Tscherne hanno affermato che l'inchiodamento endomidollare alesato precoce può aumentare il rischio di sindrome da distress respiratorio dell'adulto (ARDS) in pazienti con traumi toracici. In una serie di studi da loro pubblicati conclusero che in questo tipo di pazienti politraumatizzati il rinvio della fissazione endomidollare o l'utilizzo di una tecnica alternativa (fissatore esterno o chiodo non alesato) può essere più vantaggioso rispetto alla fissazione endomidollare alesata [10-12].

In contrasto agli studi precedentemente citati, Van Os et al. [13], Kropfl et al. [14] e Charash et al. [15] non hanno evidenziato un aumento di complicanze polmonari in pazienti con lesioni polmonari operati precocemente con inchiodamento endomidollare.

Studi prospettici randomizzati effettuati per paragonare le due tecniche di sintesi endomidollare alesata e non alesata tendono ad attribuire migliori risultati e/o minori complicazioni locali all'inchiodamento alesato [16-19].

Preoccupazioni sull'embolizzazione grassa, sulla sindrome da distress respiratorio dell'adulto e sulla morte improvvisa intraoperatoria hanno sollevato alcuni problemi se i benefici dell'alesaggio siano superiori al suo effetto potenzialmente avverso. Queste preoccupazioni sono molto superiori quando si gestisce un paziente politraumatizzato ad alto rischio.

L'utilizzo di un chiodo endomidollare non alesato può trovare indicazione nei pazienti politraumatizzati con compromissione polmonare per la maggior velocità d'intervento, per la minor perdita di sangue e per il minor effetto embolizzante.

Tuttavia Bone et al., confrontando tre gruppi di pazienti con trauma toracico e frattura diafisaria femorale, hanno osservato che non è il tipo di trattamento che viene utilizzato ad essere associato ad un aumento della mortalità ed alla possibilità di sviluppare una ARDS bensì è la presenza stessa di un trauma toracico a rappresentare un fattore di rischio [20]. Analogamente Reynolds et al. non hanno evidenziato differenze di risultati in un modesto ritardo nell'effettuare l'inchiodamento alesato della diafisi femorale nei pazienti politraumatizzati. Le complicanze polmonari sono legate più alla gravità del trauma che al momento in cui si effettua la sintesi chirurgica, un ritardo nella sintesi delle fratture femorali può permettere di stabilizzare il paziente e di pianificare l'intervento chirurgico da effettuare. Tuttavia hanno rilevato che in pazienti con ISS < 18 era presente un maggior rischio di complicanze polmonari con un ritardo nella sintesi della frattura [3].

CONCLUSIONI

L'assenza di lesioni ad organi interni in pazienti polifratturati permette di effettuare una sintesi definitiva endomidollare entro le prime 48 h dal trauma senza andare incontro alle possibili complicanze presenti nei pazienti politraumatizzati. Malgrado la dimostrazione di un effetto embolico al momento della preparazione del canale endomidollare e dell'inserimento del chiodo, la significatività clinica di questi emboli è minima e temporanea.

Attualmente l'inchiodamento alesato precoce delle fratture diafisarie femorali esposte o meno nei pazienti che non presentano lesioni polmonari rappresenta la nostra tecnica di scelta tranne nelle esposizioni di tipo III di Gustilo-Anderson ed in caso di lesioni nervose e/o vascolari. Questa si è dimostrata una metodica sicura anche in pazienti polifratturati che nella nostra esperienza non hanno evidenziato complicanze polmonari post-operatorie. Tuttavia ancora oggi non è chiaro se l'inchiodamento alesato aumenti la morbilità polmonare nei pazienti che presentino traumi toracici.

BIBLIOGRAFIA

[1] Tscherne H, Regel G, Pape H-C, Pohlemann T, Krettek C. *Internal fixation of multiple fractures in patients with polytrauma*. Clin Orthop 1998;347:62-78.

[2] Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H. *Treatment results of patients with multiple trauma: An analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German level I trauma center*. J Trauma 1995;38:70-8.

[3] Reynolds MA, Richardson JD, Spain DA, Seligson D, Wilson MA, Miller FB. *Is the timing of fracture fixation important for the patient with multiple trauma*? Ann Surg 1995;222:470-81.

[4] Dunham M, Bosse MJ, Clancy TV, Cole FJ Jr, Coles MJM, Knuth T, et al. *Practice Management Guidelines for the Optimal Timing of Long-Bone Fracture Stabilization in Polytrauma Patients: The EAST Practice Management Guidelines Work Group.* J Trauma 2001;50:958–67.

[5] Winquist RA, Hansen ST Jr, Clacson DK. *Closed intramedullary nailing of femoral fractures*. J Bone Joint Surg 1984;66-A:529-38.

[6] Reynolds MA, Richardson JD, Spain DA, Seligson D, Wilson MA, Miller FB. *Is the timing of fracture fixation important for the patient with multiple trauma*? Ann Surg 1995;222:470-81.

[7] Poole GV, Miller JD, Agnew SD. *Lower extremity fracture fixation important for the patient with multiple trauma?* Ann Surg 1995;222:470-81.

[8] Meyers JR, Lembeck L, O'Kane H, Baue AE. *Changes in functional residual capacity of the lung after operation.* Arch Surg 1975;110:576-83.

[9] Rogers FB, Shackford SR, Vane DW, Kaups KL, Harris F. *Prompt fixation of isolated femur fractures in a rural trauma center: A study examining the timing of fixation and resource allocation.* J Trauma 1994;36:774-7.

[10] Tscherne H, Regel G, Pape H-C, Pohlemann T, Krettek C. *Internal fixation of multiple fractures in patients with polytrauma.* Clin Orthop 1998;347:62-78.

[11] Pape HC, Auf'm'Kolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H. *Primary intramedullary femur fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion: A cause of post-traumatic ARDS?* J Trauma 1993;34:540-8.

[12] Pape HC, Regel G, Dwenger A, Sturm JA, Tscherne H. *Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients.* Injury 1993;24(Suppl 3):S82-S103.

[13] Van Os JP, Roumen R, Schoots F, Heystraaten FJ, Goris RJA. *Is early osteosyntesis safe in multiple trauma patients with severe thoracic trauma and pulmonary contusion?* J Trauma 1994;36:495-8.

[14] Kropfl A, Naglik H, Primavesi C, Hertz H. *Unreamed intramedullary nailing of femoral fractures.* J Trauma 1995;38:717-26.

[15] Charash WE, Fabian TC, Croce MA. *Delayed surgical fixation of femur fractures is a risk factor for pulmonary failure indipendent of thoracic trauma*. J Trauma 1994;37:667-72.

[16] The Canadian Orthopaedic Trauma Society. *Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without reaming*. J Bone Joint Surg 2003;85-A:2093-6.

[17] Tornetta P III, Tiburzi D. *The treatment of femoral shaft fractures using intramedullary interlocked nails with and without intramedullary reaming: a preliminary report*. J Orthop Trauma 1997;11:89-92.

[18] Shepherd LE, Shean CJ, Gelalis ID, Lee J, Carter VS. *Prospective randomized study of reamed versus unreamed femoral intramedullary nailing: An assessment of procedures*. J Orthop Trauma 2000;115:28-33.

[19] Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE. *Reamed versus unreamed femoral nails. A randomised, prospective trial*. J Bone Joint Surg 1998;80-B:485-9.

[20] Bone LB, Babikian G, Stegemann PM. *Femoral canal reaming in the polytrauma patient with chest injury*. Clin Orthop 1995;318:91-4.