

## Fissazione endomidollare delle fratture diafisarie di omero con chiodo elastico di Marchetti-Vicenzi: revisione di 94 casi

### *Intramedullary fixation of humeral shaft fractures with the Marchetti-Vicenzi elastic nail: a review of 94 cases*

F. Zerbinati  
J. Sedran  
N. Chiarelli  
F. Artioli  
A. Gildone<sup>1</sup>  
L. Massari

#### RIASSUNTO

**Obiettivo.** Revisione di fratture della diafisi omerale trattate con chiodo retrogrado di Marchetti-Vicenzi. Gli autori trattano le complicanze intra-operatorie e post-operatorie, il tempo medio di consolidazione e l'esame della funzionalità di spalla e gomito una volta avvenuta la guarigione.

**Progetto.** Studio retrospettivo.

**Metodi.** 94 casi di frattura della diafisi omerale trattati con chiodo elastico endomidollare di Marchetti-Vicenzi. Parametri presi in considerazione tempo medio di consolidazione delle fratture, funzionalità della spalla e del gomito una volta avvenuta la guarigione.

**Risultati.** Follow-up compreso fra 6 e 78 mesi con un follow-up medio di 36 mesi. 75 fratture (78,8%) sono guarite entro 4 mesi, altre 10 fratture (10,6%) sono guarite entro 1 anno, quindi con una quota di guarigione totale del 94%; la consolidazione delle fratture è stata raggiunta, da un punto di vista clinico e radiografico, in una media di 10 settimane. In 9 casi (9,6%) si è verificata una pseudoartrosi (7 casi ipertrofica e 2 casi ipotrofica). Durante le procedure di rivalutazione clinica dei pazienti la funzionalità della spalla è stata eccellente in 90 casi (95,7%), modesta in 3 (3,2%) e scarsa in 1 (1,1%); per quanto riguarda, invece, la funzionalità del gomito è risultata ottima in 87 casi (92,6%), discreta in 5 (5,3%) e scadente in 2 (2,1%). Le complicanze intra-operatorie e post-operatorie sono state estremamente basse.

**Conclusioni.** L'inchiodamento retrogrado mediante chiodo elastico di Marchetti-Vicenzi è un'alternativa più che soddisfacente alle placche e all'inchiodamento antero-grado nei pazienti con fratture della diafisi omerale, anche in considerazione delle scarse complicanze e degli ottimi risultati funzionali finali.

**Parole chiave:** chiodo di Marchetti-Vicenzi, fratture della diafisi omerale, inchiodamento elastico

#### SUMMARY

**Objective:** review of fractures of the humeral shaft treated with the Marchetti-Vicenzi elastic nail. The Authors report intra- and post-operative complications at the time of healing.

**Design:** retrospective study.

**Methods:** 94 cases of fractures of the humeral shaft treated with Marchetti-Vicenzi elastic nail. This series doesn't include the patients who had revision procedures after previous form of fixation and the patients with pathologic fractures. The main out-

Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, Università di Ferrara.

<sup>1</sup> Dipartimento di Chirurgia Ortopedica, Ospedale "Del Delta", Lagosanto, Ferrara

*Indirizzo per la corrispondenza:*

Dott.ssa F. Artioli

Via S. Caterina da Siena 68

44100 Ferrara

Tel. 0532 236573

E-mail: francesca.artioli@libero.it

*Ricevuto il 30 gennaio 2004*

*Accettato il 25 agosto 2004*

come measurements: mean time of union, shoulder and elbow functions at the time of healing.

Results: follow-up ranged from 6 months with a mean follow-up of 36 months. 75 fractures (78.8%) went on to primary union within 4 months, and a further 10 fractures (10.6%) united within one year, giving a total union rate of 94%; fractures union was achieved clinically and radiologically at a mean of 10 weeks. In 9 cases (9.6%) we did not achieve a union of the fracture with 7 hypertrophic and 2 hypotrophic non-unions. At review shoulder function was excellent in 90 cases (95.7%), moderate in 3 (3.2%) and poor in 1 (1.1%); elbow function was excellent in 87 cases (92.6%), moderate in 5 (3.25.3%) and poor in 2 (2.1%)

The complications intra- and post-operative were low.

Conclusions: the retrograde nailing with Marchetti-Vicenzi elastic nail is a recommended alternative for plating and for antegrade nailing in patients with diaphyseal humeral fractures, regarding to the few complications and the good functional outcome.

*Key words: Marchetti Vicenzi nail, humeral shaft fractures elastic nailing*

## INTRODUZIONE

Il trattamento delle fratture della diafisi omerale è sempre stato oggetto di ampie discussioni, infatti si sono presi in considerazione i pro e i contro del trattamento conservativo e chirurgico, confrontandoli tra loro<sup>1-6</sup>. Effettivamente è stato dimostrato che un adeguato trattamento conservativo consente un'alta percentuale di guarigione senza rischi<sup>7-10</sup>, anche in considerazione del fatto che vizi di consolidazione con un angolo anteriore di meno di 20° o un varo di 30° sono solitamente ben tollerati sia funzionalmente che esteticamente<sup>11,12</sup>; in letteratura sono riportate percentuali di consolidazione del 96%<sup>13,14</sup>.

I gessi, tuttavia, sono poco tollerati e lunghi periodi di immobilizzazione possono portare ad una rigidità della spalla, così come per certi gruppi di pazienti (con trauma toracico associato o insufficienza respiratoria cronica, alcolismo, obesità, soggetti poco collaboranti) ed in alcuni tipi di fratture (esposte, patologiche, fratture con vizio di consolidazione e severo interessamento dei tessuti molli) è preferibile un trattamento chirurgico<sup>1,5,15-21</sup>. In letteratura sono stati descritti svariati dispositivi per la sintesi chirurgica, ciascuno presentava delle limitazioni:

per esempio l'osteosintesi con placca e viti ha lo svantaggio di prevedere un'incisione piuttosto estesa con coinvolgimento dei tessuti molli, un danno potenziale del nervo radiale<sup>22,23</sup>, e nel caso di un osso osteoporotico la fissazione può essere molto instabile<sup>17,20</sup>; i chiodi endomidollari non bloccati come il chiodo di Rush o di Küntscher hanno poca stabilità e possono migrare, compromettendo le articolazioni adiacenti<sup>14,24-29</sup>; i chiodi di Seidel anterogradi hanno dato ottimi risultati per quanto concerne la percentuale di consolidazione<sup>15,16,19,30,31</sup>, ma il controllo in rotazione è difficoltoso e anche la funzionalità della spalla risulta compromessa<sup>17,18,32,33</sup>. Tutto ciò contraddice quelli che sono i reali vantaggi dell'inchiodamento a cielo chiuso.

Alcuni autori hanno dimostrato di avere una bassa percentuale di complicanze intraoperatorie utilizzando procedure di inchiodamento retrogrado<sup>17,29,34-39</sup> così, per ridurre il rischio di complicanze legate all'utilizzo di mezzi di sintesi anterogradi, noi abbiamo iniziato ad utilizzare il chiodo endomidollare retrogrado di Marchetti-Vicenzi.

Abbiamo preso in considerazione 94 fratture trattate con questo sistema fra il 1995 e il 2001.

## TECNICA CHIRURGICA

Il paziente è in posizione prona con l'arto superiore su un tavolino radiotrasparente, il gomito è flesso a 90°. La via

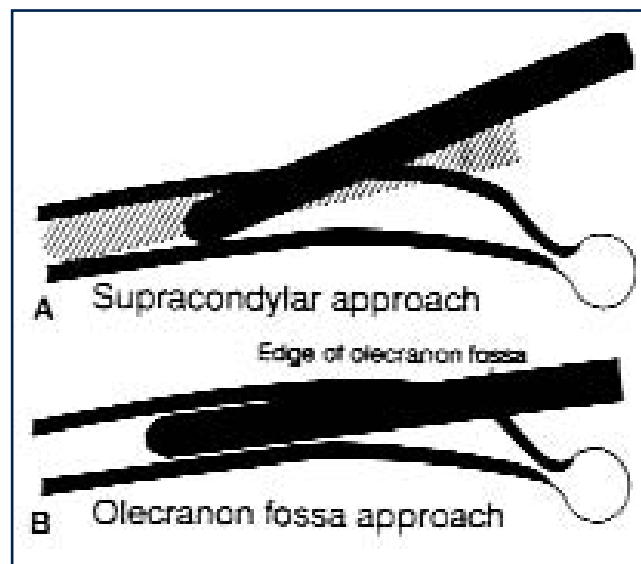


Fig. 1. Accesso corretto alla cavità midollare dell'omero.

di accesso è posteriore tricipitale: in corrispondenza dell'omero distale viene identificata la fossa olecranica e con una punta di trapano da 2,5 mm si ha accesso alla cavità midollare a 2-3 mm dalla linea di mezzo radicalmente; tutto questo deve essere fatto con grande cura, attenzione e precisione per evitare una fissurazione o una frattura della metafisi distale dell'omero. È consigliabile eseguire un accesso all'estremità superiore della fossa olecranica piuttosto che sovracondiloideo, innanzitutto perché quest'ultimo non è sulla stessa linea del canale omerale ed è più alto il rischio di fratture della corticale. L'alesaggio distale dei primi 3-4 cm viene eseguito per permettere l'accesso del chiodo; se viene utilizzato un chiodo a 4 punte l'alesaggio distale deve essere di 8 mm di diametro, se a 5 punte di 9 mm di diametro. Non sono necessari ulteriori alesaggi prossimali. In alcuni casi bisogna esporre il focolaio di frattura, tuttavia nella maggior parte dei casi il chiodo può essere inserito senza necessità di aprire. Il chiodo viene montato sulla sua maschera e guidato attraverso la frattura, bisogna avere una conferma radiologica della sua posizione, dopo di che viene rimosso il filo guida per rilasciare le punte elastiche libere di aprirsi all'interno dell'omero prossimamente. Viene applicata una singola vite di bloccaggio distale postero-anteriore per prevenire la rotazione del chiodo e la migrazione.

## PAZIENTI E METODI

Fra il marzo 1995 e aprile 2001 un totale di 111 pazienti con 112 fratture della diafisi omerale sono stati trattati con chiodo endomidollare retrogrado di Marchetti-Vicenzi. Un paziente aveva la frattura bilaterale della diafisi omerale, 104 erano fratture acute traumatiche, 1 una revisione di una precedente sintesi e 7 erano fratture patologiche. Quasi tutte le fratture erano localizzate nella diafisi in un'area immediatamente al di sotto del collo chirurgico, 3 casi prossimalmente alla fossa olecranica.

Il nostro studio non include il paziente sottoposto a revisione chirurgica e i pazienti con frattura patologica poiché tali fratture hanno caratteristiche diverse da quelle traumatiche acute, così anche il loro modo di guarire; parleremo quindi di 104 inchiodamenti omerali.

Abbiamo revisionato tutte le cartelle cliniche e i radiogrammi pre-operatori e post-operatori; 4 pazienti sono morti per cause non correlate al trauma e 6 pazienti non sono stati rintracciati al follow-up. I rimanenti 93 pazienti (uno con frattura bilaterale) sono stati richiamati per

una revisione radiologica e una valutazione clinica.

41 uomini e 52 donne con età media di 53,1 anni (età compresa fra 16 aa e 93 aa).

In 30 casi la frattura era conseguente un incidente in automobile, 14 casi ad incidente in moto e 3 casi in bicicletta, in 45 casi si trattava di cadute accidentali, in 1 caso una caduta da cavallo, un trauma in ambito lavorativo; 44 coinvolgevano l'omero di destra, 50 il sinistro. Le fratture sono state classificate secondo il sistema AO (Fig. 2).

I traumi associati includevano 8 fratture al piede, 6 all'avambraccio, 7 alla pelvi, 5 alla gamba, 1 alla mano, 4 alle coste, 5 alla testa, 7 alla spalla ed una lesione del plesso brachiale; 9 pazienti avevano una paralisi preoperatoria del nervo radiale ma non è stata eseguita nessuna esplorazione chirurgica. Nessuna frattura era esposta.

Abbiamo eseguiti 87 osteosintesi a cielo chiuso e 7 a cielo aperto, in quei casi in cui la frattura non poteva essere ridotta senza esporre il focolaio.

In tutti i pazienti ricoverati è stata applicata una trazione transolecranica, il braccio è stato immobilizzato in un tutore reggibraccio per i primi giorni dopo l'intervento ed

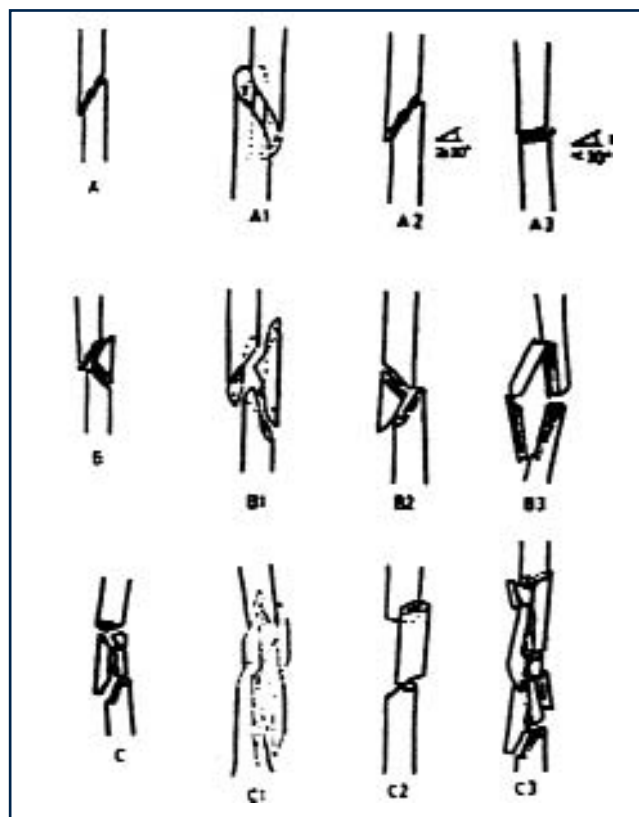


Fig. 2. Classificazione AO delle fratture diafisarie di omero.

è stata concessa la mobilizzazione dopo 2 settimane con movimenti passivi e attivi assistiti sia della spalla che del gomito; la rotazione attiva dell'arto superiore contro resistenza non è stata consentita fino alla presenza di un callo osseo radiograficamente. Tutti i pazienti sono stati seguiti fino alla guarigione registrando ogni complicanza intraoperatoria e post-operatoria.

Al momento della guarigione sono state eseguite valutazioni radiologiche, funzionali e soggettive del paziente. La mobilità attiva di spalla e gomito è stata misurata in tutte le direzioni sia nell'arto operato che in quello sano. La funzionalità della spalla e del gomito è stata giudicata eccellente con una perdita di ROM, in ogni direzione, meno di 10°, moderata con una perdita tra 10 e 30° e scarsa quando era superiore a 30°, ciò è stato fatto paragonando il lato operato con quello sano. Al follow-up è stato chiesto ai pazienti se lamentavano ancora dolore al braccio o al gomito, sia a riposo che sotto stress.

## RISULTATI

Il follow-up si è sviluppato tra 6 e 78 mesi, con una media di 36. Nello studio la consolidazione è stata definita come la presenza di un callo a ponte tra tre corticali, valutato in

due proiezioni ortogonali in un arto completamente funzionante. 75 fratture (79,8%) sono andate incontro a consolidazione primaria entro 4 mesi e 10 fratture (10,6%) sono guarite entro un anno, dando così una percentuale di guarigione totale del 90,4%; la consolidazione è stata raggiunta clinicamente e radiograficamente in una media di 10 settimane. In 9 casi (9,6%) non si è ottenuta consolidazione: 7 pseudoartrosi ipertrofiche e 2 pseudoartrosi atrofiche. Tutti i pazienti con la paralisi pre-operatoria del nervo radiale sono guariti entro 6 mesi. Alla revisione la funzionalità della spalla è stata eccellente in 90 casi (95,7%), modesta in 3 (3,2%) e scarsa in 1 (1,1%); la funzionalità del gomito è stata eccellente in 87 casi (92,6%), modesta in 5 (5,3%) e scarsa in 2 (2,1%) (Tab. II).

L'unico caso di scarsa funzionalità sia del gomito che della spalla si è verificato in un paziente politraumatizzato con una concomitante lesione del plesso brachiale, trattato chirurgicamente con una ricostruzione, il secondo paziente con una scarsa funzionalità al gomito era affetto da artrite reumatoide, la rigidità era quindi dovuta all'immobilizzazione.

82 pazienti non hanno lamentato dolore a riposo (87,2%), 80 (85,1%) non hanno avuto dolore sotto stress e 87 (92,9%) alla pressione in corrispondenza del punto di inserimento del chiodo.

**Tab. I.** Percentuale e tempo di guarigione delle fratture. La guarigione è stata definita dalla presenza del callo osseo in tre corticali.

Caso	Età	Sesso	Lato	Follow-up (mesi)	Tipo di frattura	Comments
1	73	f	d	7	A3	
2	31	f	s	77	A3	Re-operation required after 15 months for non union. Now fracture healed
3	23	m	d	18	A3	
4	25	m	s	13	A2	Brachial plexus paralysis
5	23	m	d	65	B2	Re-operation required after 8 months for non union and nail rupture. Now fracture healed
6	65	f	s	65	A1	Re-operation required after 23 months for non union. Now fracture healed
7	29	m	d	12	A3	
8	29	m	d	45	A3	Previous fracture treated with Rush nail, not healed then treated with plate and then with MV nail
9	75	f	s	45	A3	Re-operation required after 7 months for non union

**Tab. II.** Funzionalità di spalla e gomito dopo il trattamento chirurgico.

	Spalla	Gomito
Eccellente	90 (95,7%)	87 (92,6%)
Moderata	3 (3,2%)	5 (5,3%)
Scarsa	1 (1,1%)	2 (2,1%)

**Tab. III.** Complicanze intra-operatorie e post-operatorie.

Complicazione	Numero di casi
<i>Intra-operatoria</i>	
Fracture of distal humerus	2
Radial palsy	1
Ulnar palsy	1
<i>Post-operatoria</i>	
Non union	9
Fracture of distal humerus at nail removal	1
Ectopic ossification	2
Nail breakage	1
Proximal migration of the nail	2

## COMPLICANZE

Fratture in corrispondenza del punto di inserimento del chiodo sono capitate in 2 casi in sede intraoperatoria e in 1 caso al momento della rimozione del chiodo (Fig. 3); 1 caso di paralisi intraoperatoria del nervo radiale e 1 del nervo ulnare. In 2 casi si sono create ossificazioni ectopiche, ma nessuna nel punto di inserimento del chiodo; in 1 caso si è verificata la rottura del chiodo (Fig. 4) e in 2 casi una migrazione prossimale senza un impingement della spalla.

Nei pazienti non abbiamo riscontrato infezioni superficiali o profonde, ARDS o casi di embolia polmonare o grassosa. 10 pazienti hanno richiesto la rimozione del mezzo di sintesi dopo la guarigione a causa di un modesto dolore in sede di inserzione: tale procedura ha consentito la totale scomparsa della sintomatologia dolorosa.

## DISCUSSIONE

Il segreto per gestire con successo una frattura acuta della diafisi omerale è determinare quale sia l'approccio più appropriato, sia chirurgico che conservativo, per ogni singolo paziente. I rischi e i benefici di ogni procedura devono essere attentamente valutati e bisogna avere molta accortezza al fine di evitare possibili complicanze.

L'apparecchio funzionale è più appropriato per i pazienti ambulatoriali ed è raccomandato in quelle fratture senza una marcata diastasi fra i frammenti e un'angolazione di

**Fig. 3.** Frattura incorsa nel punto di inserzione del chiodo durante la rimozione.**Fig. 4.** Un caso di rottura del chiodo.



non più di 30° in varo e 20° di angolazione anteriore, tali fratture possono guarire con un buon risultato clinico ed estetico<sup>11 12</sup>.

Il trattamento chirurgico è indicato nei politraumi, nei pazienti non ambulatoriali ed in quelli che non sono in grado di tollerare un trattamento conservativo chiuso, nelle fratture con grande dislocazione dei frammenti, in quelle esposte, bilaterali di omero e patologiche, nelle pseudoartrosi e nella fratture con estensione nella rima articolare. Non c'è tuttavia unanimità sul metodo da preferire, dato che ognuno di essi è associato a delle complicanze.

L'osteosintesi con placca e viti ha dato alte percentuali di guarigione<sup>14</sup>, ma richiede un'estesa incisione con elevato rischio di lesione del nervo radiale, essa garantisce anche una fissazione meno stabile specialmente nell'osso osteoporotico e nel caso in cui il paziente abbia necessità di deambulare con la stampelle. Il paziente di solito tollera poco la fissazione esterna, le viti perforano i ventri muscolari e le infezioni dei tessuti sono piuttosto frequenti; i chiodi di Ender, Rush e Küntsher hanno la tendenza a migrare, impediscono il movimento della spalla e del gomito e la loro stabilità in rotazione è poco soddisfacente. Un tempo era molto utilizzato il chiodo di Hacketal, ma dava una stabilità insufficiente e poteva migrare. Il chiodo di Seidel ha un meccanismo di espansione per garantire il bloccaggio distale, ma il controllo rotazionale e la percentuale di guarigione sono scarsi nel caso di fratture complicate<sup>18</sup>: esso venne progettato per le fratture di omero ma il diametro è eccessivo per alcuni canali midollari e in molti casi si rende necessario l'alesaggio e, oltretutto, l'inserimento può essere difficile e può provocare fratture, si può utilizzare solo una tecnica chirurgica anterograda che provoca un danno alla cuffia dei rotatori; altre problematiche possono essere la protrusione, la mancanza di stabilità in rotazione e la perdita della fissazione distale con il rischio di pseudoartrosi.

Il chiodo omerale di Russel-Taylor è più piccolo come diametro e può essere inserito sia con approccio anterogrado che retrogrado, ma questo chiodo non è elastico e l'inserimento deve essere eseguito con estrema attenzione per non fratturare il sito di ingresso.

Noi riteniamo che il chiodo di Marchetti-Vicenzi abbia molti vantaggi rispetto a quelli descritti; effettivamente garantisce una fissazione intramidollare elastica conferendo una stabilità flessibile al sito di frattura mentre la maggior parte dei mezzi di sintesi alternativi garantiscono una fissazione rigida, mancano di stabilità rotazionale



Fig. 5. Migrazione proximale del chiodo.

e sono propensi a perdere la fissazione distale. Il chiodo viene inserito per via retrograda ed evita, quindi, molti dei problemi legati all'approccio anterogrado, inclusa la migrazione del chiodo, il dolore alla cuffia dei rotatori, l'impingement della spalla e una compromissione della sua funzionalità. La stabilità rotazionale proximale viene conferita dalla divergenza delle punte elastiche, la singola vite di bloccaggio postero-anteriore viene inserita all'estremo distale del chiodo e non richiede ulteriori incisioni. Considerato che la tecnica è veloce e non sono necessarie molte viti di bloccaggio, l'esposizione alle radiazioni è scarsa se paragonata alle altre metodiche. L'alesaggio pare abbia effetti deleteri nella guarigione delle fratture e sulle percentuali di consolidazione a livello dell'omero<sup>11 17</sup> ed è stata anche chiamata in causa nella formazione e propagazione delle fratture iatrogene. L'alesaggio dell'istmo e del sito di frattura non sono richiesti col chiodo di Marchetti-Vicenzi così che la circolazione endostale residua viene conservata. La stabilità flessibile conferita al sito di frattura, in combinazione con la conservazione dell'apporto vascolare endostale, può essere responsabile in parte della relativamente rapida guarigione e della bassa percentuale di complicanze riscontrate con questa tecnica rispetto ad altre. Benché ci siano molti vantaggi nell'inchiodamento endomidollare delle fratture omerali, le maggiori problematiche riguardano la rigidità della spalla e del gomito e le percentuali di guarigione; effettivamente ritardi e deficit di consolidazione di tali fratture sono stati ampiamente descritti<sup>13 17 20</sup>.

Nella nostra casistica di fratture traumatiche, 4 pazienti

hanno riportato una funzionalità della spalla variabile da modesta a scarsa: 2 di loro con ossificazioni ectopiche a causa di un concomitante trauma cranico e gli altri 2 per una protrusione del chiodo; 7 pazienti hanno riportato una funzionalità del gomito da modesta a scarsa: 1 di loro per frattura iatrogena al gomito avvenuta al momento della rimozione del chiodo, i rimanenti 6 perché non hanno praticato un'adeguata riabilitazione post-operatoria.

Noi riteniamo che gli ottimi risultati di cui parliamo siano dovuti al fatto che l'articolazione della spalla, risparmiata dall'inchiodamento retrogrado, recuperi le sue funzioni completamente ed in tempi brevi, inoltre benché venga inciso il cuscinetto adiposo posteriore nell'approccio alla fossa olecranica, il recupero della motilità articolare del gomito è comunque buono.

Si è avuta una non-consolidazione in 9 pazienti (9,6%), un risultato simile a quello di altre procedure chirurgiche: 6 di queste erano fratture di tipo A3, che tendono comunque a non raggiungere una buona guarigione, in accordo a quanto trovato in letteratura, 1 era di tipo A2 associata a frattura tibiale esposta e alla lesione del plesso brachiale, 1 era B2 e 1 A1. Per quanto riguarda le fratture A3 noi riteniamo che la non-consolidazione sia dovuta probabilmente alla relativamente piccola area di contatto fra i 2 frammenti.

In conclusione, l'inchiodamento retrogrado con il chiodo elastico di Marchetti-Vicenzi è una valida alternativa alla placca e ai chiodi anterogradi in pazienti con fratture della diafisi omerale in considerazione anche delle poche complicanze e del buon recupero funzionale, infatti questo sistema consente stabilità ed evita il bloccaggio prossimale con i conseguenti rischi alle strutture neurovascolari e tendinee, permette inoltre un inserimento retrogrado, non sono necessarie molteplici viti di bloccaggio, richiede un tempo operatorio inferiore e di conseguenza una minore esposizione alle radiazioni ionizzanti.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. *The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries: the Sunnybrook experience.* J Bone Joint Surg 1985;67B:293-6.
- 2 Dabezies EJ, Banta CJ II, Murphy CP, d'Ambrosia RD. *Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries.* J Orthop Trauma 1992;6:10-3.
- 3 Foulk DA, Szabo RM. *Diaphyseal humerus fractures: Natural history and occurrence of nonunion.* Orthopaedics 1995;18:333-5.
- 4 Griend RV, Tomasin J, Ward EF. *Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures.* J Bone Joint Surg 1986;68A:430-3.
- 5 Heim D, Herkert F, Hess P, Regazzoni P. *Surgical treatment of humeral shaft fractures – The Basel experience.* J Trauma 1993;35:226-32.
- 6 McKee D. *Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures.* J Bone Joint Surg 1993;77B:667.
- 7 Fontanesi G, Libri R, Masetti G, et al. *Trattamento cruento delle fratture diafisarie dell'omero.* Chir Org Mov 1974;63:115-26.
- 8 Gualtieri G, Gualtieri I, Gusella A, et al. *Il trattamento chirurgico delle fratture diafisarie dell'omero.* Atti SERTOT 1984;26:165-71.
- 9 Lerario G, Pollavini S, Zuccoli E. *Osteosintesi endomidollare a cielo coperto delle fratture della diafisi omerale.* Min Ortop Traumatol 1988;39:797-800.
- 10 Pannella M, Fracchiolla M, Mori F, et al. *Inchiodamento endomidollare multiplo a cielo coperto nelle fratture diafisarie d'omero.* Min Ortop 1988;36:913-8.
- 11 Rommens PM, Verbruggen J, Broos PL. *Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures.* J Bone Joint Surg 1995;77B:84-9.
- 12 Klenerman L. *Fractures of of the shaft of the humerus.* J Bone Joint Surg 1995;48B:105-11.
- 13 Mulier T, Seligson D, Sioen W, van den Bergh J, Reynaert P. *Operative treatment of humeral shaft fractures.* Acta Orthop Belg 1997;63:170-7.
- 14 Stern PJ, Mattingly DA, Pomeroy DL, Zenni EJ Jr, Kreig JK. *Intramedullary fixation of humeral shaft fractures.* J Bone Joint Surg 1997;66:639-46.
- 15 Crolla RMPH, De Vries LS, Clevers GJ. *Locked intramedullary nailing of humeral fractures.* Injury 1993;24:403-6.
- 16 Habernek H, Orthner E. *A locking nail for fractures of the humerus.* J Bone Joint Surg 1991;73B:651-3.
- 17 Ingman AM, Waters DA. *Locked intramedullary nailing of the humeral shaft fractures.* J Bone Joint Surg 1994;76B:23-9.
- 18 Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, McQueen MM. *Locked nailing of humeral shaft fractures: A review of 39 patients.* J Bone Joint Surg 1992;74B:558-62.
- 19 Varley GW. *The Seidel locking humeral nail: The Nottingham experience.* Injury 1995;26:155-7.
- 20 Ward EF, White JL. *Interlocked intramedullary nailing of the humerus.* Orthopaedics 1989;12:135-41.
- 21 Watanabe RS. *Intramedullary fixation of the complicated fractures of humeral shaft.* Clin Orthop 1993;292:255-63.
- 22 Wu CC. *Humeral shaft nonunion treated by a Seidel interlocking nail with a supplementary staple.* Clin Orthop 1996;326:203-8.
- 23 Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR. *Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma.* J Bone Joint Surg 1986;68A:960-70.
- 24 Christensen NO. *Küntschner intramedullary reaming and nail fixation for nonunion of the humerus.* Clin Orthop 1976;116:222-6.

- <sup>25</sup> DeLong WG Jr, Born CT, Marcelli E, Shaikh KA, Iannacone WM, Schwab CW. *Ender nail fixation in long bone fractures: Experience in a level I trauma center.* J Trauma 1989;29:571-6.
- <sup>26</sup> Friend RV, Ward EF, Tomasin J. *Closed Küntscher nailing of humeral shaft fractures.* J Trauma 1985;25:1167-9.
- <sup>27</sup> Hall RF, Pankovich AM. *Endel nailing of acute fractures of the humerus.* J Bone Joint Surg 1987;68A:558-67.
- <sup>28</sup> Pritchett JW. *Delayed union of humeral shaft fractures treated by closed flexible intramedullary nailing.* J Bone Joint Surg 1987;67B:715-8.
- <sup>29</sup> Henley MB, Chapman JR, Claudi BF. *Closed retrograde Hacketal nail stabilization of humeral shaft fractures.* J Orthop Trauma 1992;6:18-24.
- <sup>30</sup> Jensen CH, Hansen D, Jørgensen U. *Humeral shaft fractures treated by interlocking nailing: A preliminary report on 16 patients.* Injury 1992;23:234-6.
- <sup>31</sup> Seidel H. *Humeral locking nail: A preliminary report.* Orthopaedic 1989;12:219-26.
- <sup>32</sup> Evans PD, Conboy V. *Locked nailing of humeral fractures.* J Bone Joint Surg 1993;75B:165.
- <sup>33</sup> Riemer BL, Foglesong ME, Burke III CJ, et al. *Complication of Seidel intramedullary nailing of narrow diameter humeral diaphyseal fractures.* Orthopaedics 1994;17:19-29.
- <sup>34</sup> Blum J, Rommens PM, Janzing H. *The unreamed humeral nail: A biological osteosynthesis of the upper arm.* Acta Chir Belg 1997;97:184-9.
- <sup>35</sup> Blum J, Rommens PM, Janzing H, Langendorff HS. *Retrograde Nagelung von Humerusschaftfrakturen mit den UHN – eine internationale multizentrische studie.* Unfallchirurg 1998;101:342-52.
- <sup>36</sup> Ikpeke JO. *Intramedullary interlocking nailing of humeral fractures: Experiences with the Russel-Taylor humeral nail.* Injury 1994;25:447-55.
- <sup>37</sup> Rommens PM, Verbruggen J, Broos PL. *Retrograde Verriegelungsnagelung der Humerusschaftfraktur.* Unfallchir 1995;98:133-8.
- <sup>38</sup> Rommens PM, Blum J. *Retrograde nailing of fresh and pathologic humeral shaft fractures with a new unreamed humeral nail (UHN).* Techn Orthop 1998;13:51-60.
- <sup>39</sup> Rommens PM, Blum J, Runkel M. *Retrograde nailing of humeral shaft fractures.* Clin Orthop 1998;350:26-39.