

L'infibulamento endomidollare a fascio nelle fratture diafisarie di omero

Bundle nailing in the diaphyseal humeral fractures

N. Spina
M. Tonnarelli
G. Caraffa
N. Marucci
F. Giancetti

RIASSUNTO

Gli Autori riportano la loro esperienza sull'impiego dell'infibulamento endomidollare a fascio nelle fratture diafisarie di omero, con l'obiettivo di proporre la metodica come valida alternativa alle altre tecniche chirurgiche.

L'intervento, rispetto alla descrizione originaria di Hackethal, è stato impiegato con qualche variante riguardante soprattutto la via di introduzione (sovrapicondiloidea): 46 i pazienti trattati, con un follow-up minimo di 6 mesi. Fatta eccezione per le fratture del terzo distale, l'infibulamento a fascio è stato applicato praticamente in tutti i tipi di fratture della diafisi omerale.

La consolidazione è stata raggiunta entro i primi tre mesi nel 90% dei casi. I risultati (ottimi e buoni nell'80%, a sei mesi) sono stati valutati con una scheda che tiene conto dell'aspetto radiografico, della ripresa funzionale della spalla e del gomito e del grado di soddisfazione del paziente.

Dopo avere discusso gli accorgimenti di tecnica, vantaggi, inconvenienti e limiti di indicazione, gli Autori concludono che l'infibulamento a fascio è una tecnica versatile e efficace tale da renderla competitiva rispetto alle altre.

Parole chiave: fratture di omero, infibulamento endomidollare.

SUMMARY

The Authors report their experience about bundle nailing in the diaphyseal humeral fractures, with the aim to propose the method as a good alternative to the other surgical techniques.

The operation, respect to original description of Hackethal, has been employed with some variations about the surgical approach (epicondylus): 46 patients have been treated with a follow-up at least of 6 month. Except for the distal diaphyseal fractures, the bundle nailing has been employed practically on every kind diaphyseal humeral fractures.

The healing has been reached within the first three months in the 90% of the cases. The results (excellent and good in the 80%, after 6 months) have been evaluated with a score that considers the X-ray aspect, the functional reactivity of the shoulder and the elbow and the level of satisfaction of the patients.

After having been discussed the details, the advantages, the disadvantages and the limits of indication, the Authors conclude that the bundle nailing is an easier and efficient method and competitive respect to the others.

Key words: humeral fractures, bundle nailing.

Divisione di Ortopedia e
Traumatologia Ospedale di
Macerata, Azienda U.S.L. 9,
Regione Marche

*Indirizzo per la
corrispondenza:*
Nunzio Spina, via Cioci 50,
62100 Macerata.
Tel. e fax 0733-30827

*Ricevuto il 17 gennaio 2001
Accettato il 15 febbraio 2001*



Fig. 1. Infibulamento endomidollare a fascio per via retrograda.

Col termine di “*embrochage fasciculé*” (o “*embrochage en bouquet*”), la metodica di Hackethal ha trovato estimatori soprattutto in Belgio¹⁵⁻²¹ e in Francia²²⁻³¹, dove è stata sottoposta a diverse varianti di tecnica riguardanti soprattutto la via di introduzione.

Il principio è di realizzare una riduzione della frattura ed una sintesi endomidollare a cielo chiuso per via retrograda, utilizzando un “fascio” di infibuli (fili di Kirschner metallici o chiodi in titanio di piccolo diametro): si ottiene così una stabilità di tipo elastico, che rispetta e favorisce la consolidazione fisiologica, offrendo anche un notevole comfort al paziente^{14 18 27 31} (Fig. 1).

Abbiamo inizialmente adottato questa metodica nelle fratture scomposte e instabili dell’estremità prossimale dell’omero, soprattutto in quelle dell’età infantile.

INTRODUZIONE

Il trattamento chirurgico delle fratture diafisarie di omero resta tutt’oggi un argomento controverso per la molteplicità e la varietà delle tecniche proposte¹⁻¹³. L’infibulamento endomidollare a fascio si colloca a metà strada tra le metodiche conservative e le altre cruenti, caratterizzandosi soprattutto per la sua limitata invasività. Proposta per la prima volta da Hackethal¹⁴ come alternativa all’inchiodamento secondo Kuntscher² (ritenuto inadatto alle peculiarità anatomiche della diafisi omerale), la metodica ha, per così dire, dovuto reggere un difficile confronto nel tempo con metodiche più rigorose (placca e viti^{3 10 13}), con filosofie differenti (fissazione esterna^{11 13}), più recentemente anche con strumenti più sofisticati di sintesi endomidollare (chiodi bloccati^{9 12 13 46}).

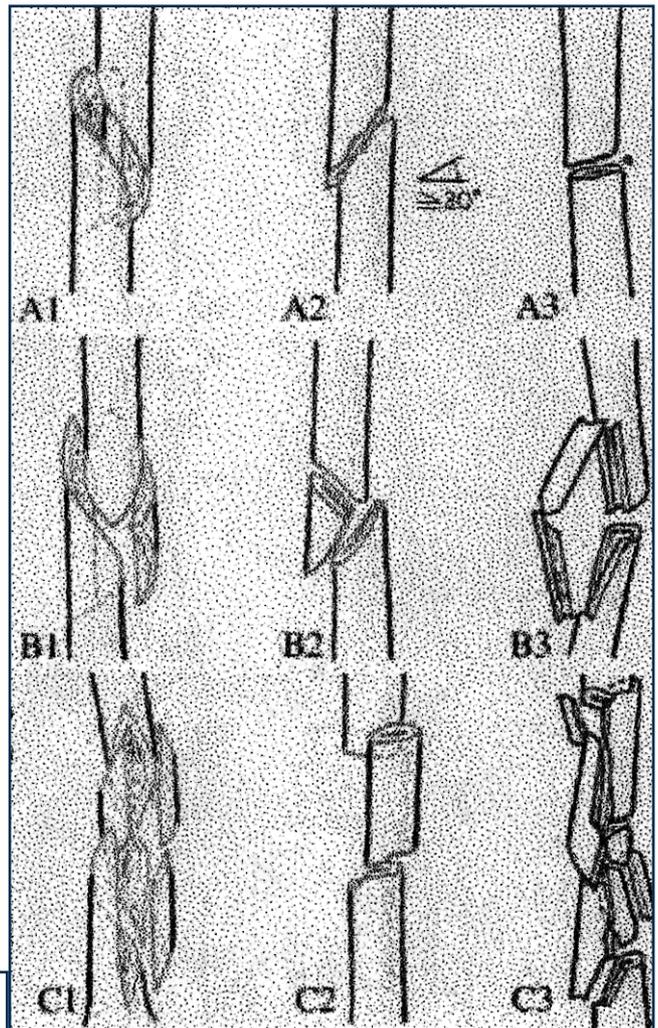


Fig. 2. Classificazione sec. Muller.

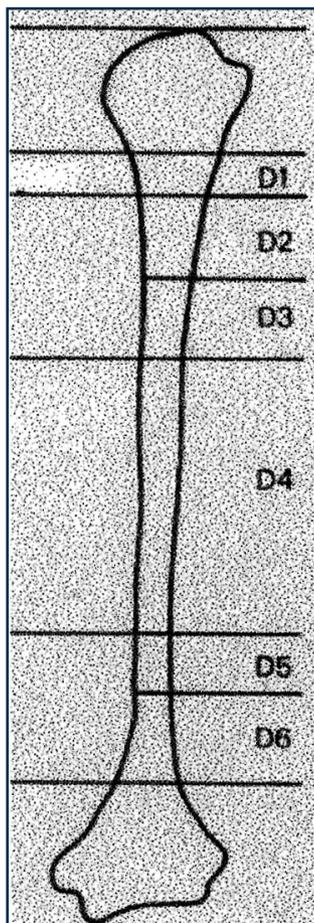


Fig. 3. Classificazione sec. Hackethal.

L'applicazione al segmento diafisario ha dovuto superare la critica di una insufficiente stabilità, soprattutto per il controllo delle sollecitazioni in rotazione^{13,32}. In realtà questo aspetto non ha, secondo anche l'esperienza di altri Autori^{18,21,30,31}, un valore assoluto; e comunque non in tutti i tipi di frattura. Anzi man mano che la soluzione di continuo tende ad una maggiore estensione o ad una maggiore frammentazione, diminuisce entro certi limiti la sua richiesta di stabilità meccanica. Scopo del nostro lavoro è dimostrare come l'infibulamento endomidollare a fascio sia da considerare un metodo efficace, ed

Tab. I. Ripartizione della casistica secondo le classificazioni di Muller e Hackethal.

Hackethal/ Muller	D2-D3	D4	da D4 a D1	D5	Totale
A1	2	2	1		5
A2	1	1		1	3
A3	1	7			8
B1	2		4		6
B2	2	1		1	4
B3		1			1
C1	2	2	7		11
C2		1	1		2
C3		1	5		6
<i>Totale</i>	<i>10</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>2</i>	<i>46</i>

ancora attuale, nel trattamento delle fratture diafisarie dell'omero.

MATERIALE E METODO

Dall'aprile '96 al marzo 2000 abbiamo trattato n° 46 fratture diafisarie di omero con la tecnica dell'infibulamento



Fig. 4. a) Frattura A3/D4 (femmina, aa. 22); b) rx post-op.; c) rx a 3 mesi.

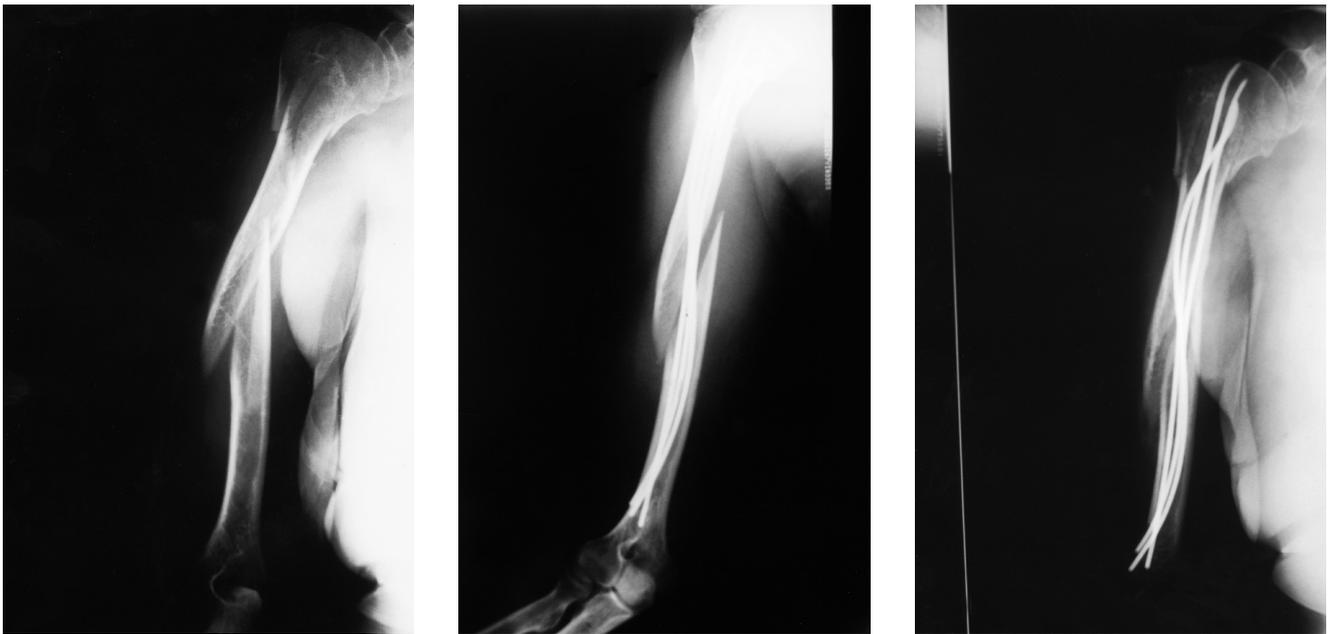


Fig. 5. a) Frattura C2/D4-D1 (femmina, aa. 79); b) rx post-op.; c) rx a 6 mesi.

endomidollare a fascio. 21 maschi, 25 femmine; età compresa tra 12 e 84 anni; età media 54 anni.

In 2 fratture vi era una esposizione del I grado di Gustilo; 5 erano fratture patologiche, secondarie a Ca mammario o polmonare. In 6 casi l'intervento è stato eseguito dopo un primo trattamento incruento rivelatosi insufficiente.

Per la tipizzazione delle fratture abbiamo adottato, integrandole tra loro, due differenti classificazioni: quella di Muller³³ (Fig. 2), estremamente fedele per l'aspetto morfologico (A-semplice, B-a cuneo, C-complessa), e quella di Hackethal modificata da De La Caffinière²⁷, che precisa i livelli topografici, distinguendo 6 segmenti, a partire da D1 (collo chirurgico) fino a D6 (metafisi distale) (Fig. 3).

La nostra casistica (Tab. I) comprende fratture che dal punto di vista morfologico appartengono a tutti e tre i tipi di Muller, soprattutto le C-complesse (41%); dal punto di vista topografico sono state variamente coinvolte tutte

le zone, con eccezione di quella più distale (D6), mentre la D1 (talora anche l'epifisi) è stata interessata dal "prolungamento" delle rime principali delle zone sottostanti: percentuali maggiori per la zona D4 (34%) (Fig. 4) e per

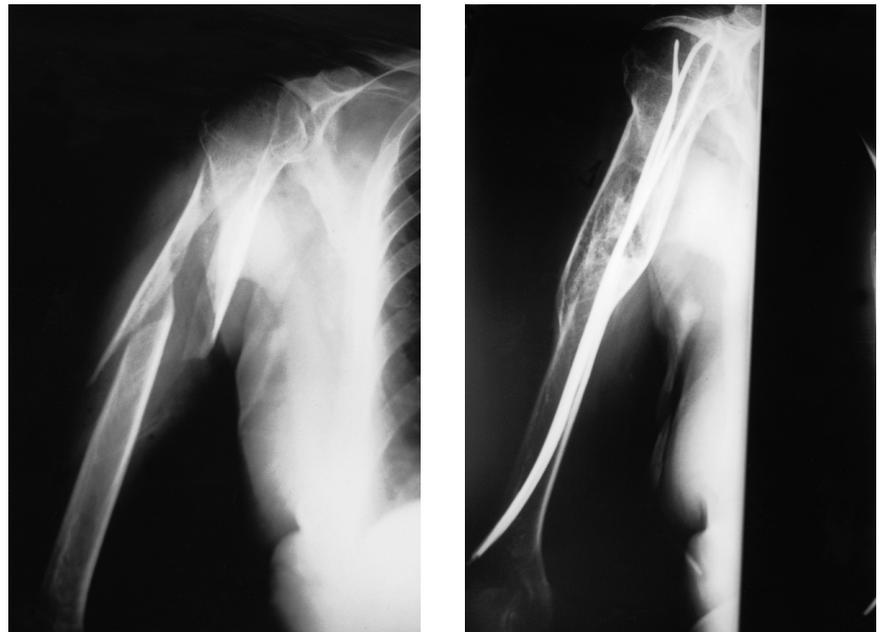


Fig. 6. a) Frattura C1/D4-D1 (femmina, aa. 62); b) rx a 6 mesi.

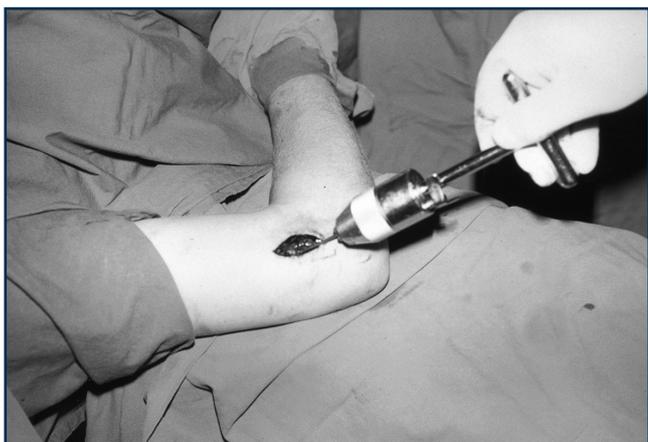


Fig. 7. Introduzione di infibulo con mandrino cannulato.

le fratture estese da D4 a D1 (39%) (Figg. 5, 6).

La tecnica operatoria da noi adottata ha rispettato le seguenti fasi e modalità:

- posizione del paziente supina;
- anestesia generale o loco-regionale (interscalenica);
- via d'accesso sovraepicondiloidea, con incisione cutanea longitudinale di circa 5 cm fino a un dito trasverso dalla sporgenza dell'epicondilo; preparazione, a livello del pilastro esterno della paletta omerale, di un opercolo osseo di forma irregolarmente ovale col maggiore asse longitudinale di circa 2 cm;
- infibuli del diametro da 2 a 2,5 mm: nel caso di fili di Kirschner una delle estremità, smussata, è stata precurvata di circa 30°; procedimento risparmiato nel caso di utilizzo di chiodi in titanio, già opportunamente sagomati;
- introduzione mediante mandrino universale, in successione, di almeno tre infibuli fino al livello della frattura (Fig. 7); manovre di riduzione; progressione degli infibuli fino alla epifisi, a non più di 1/2 cm circa dalla rima articolare; inserimento, qualora possibile, di altri infibuli fino ad un massimo di 6 (non necessariamente dello stesso diametro);
- sezione della estremità distale degli infibuli circa 1/2 cm oltre il limite dell'opercolo osseo; sutura a strati, medicazione e applicazione sul letto operatorio di bendaggio alla Gilchrist; controllo radiografico.

La sintesi è stata praticata con 4 infibuli in 19 casi; con 5 in 14; con 3 in 9; con 6 in 4. Diametro più utilizzato il 2, rispetto all'1,8, all'1,5 e al 2,5. I fili di Kirschner sono stati utilizzati in 24 casi; i chiodi in titanio ("Chiodi di Nancy" o "Titanium Elastic Nail") in 22; mai in combinazione tra loro.

Nel post-operatorio, abbiamo per lo più mantenuto il bendaggio alla Gilchrist come immobilizzazione definitiva per 20-30 giorni (o anche una semplice "tasca reggibraccio"); in alcuni casi (pazienti non affidabili o dubbia stabilità della sintesi) è stato confezionato un bendaggio alla Desault o alla Velpeau.

La dimissione è avvenuta entro le prime due giornate post-operatorie, salvo nei politraumatizzati o nei pazienti neoplastici.

È stata permessa al paziente la rimozione temporanea quotidiana del bendaggio, per l'igiene personale, per le semplici medicazioni locali a livello della ferita chirurgica, per la rieducazione funzionale.

Concessa la ripresa immediata della motilità attiva del gomito (oltre che del polso e delle dita); precoce la ripresa a livello della spalla (in genere tra il 7° e il 20° giorno) limitatamente ai movimenti di ante- e retrospulsione e, successivamente, di ab- adduzione. I movimenti di intra- ed extrarotazione sono stati consentiti in genere dopo un mese. Al di là comunque di precisi limiti di tempo, i pazienti sono stati invitati a compiere tutte le escursioni possibili senza dolore.

Il primo controllo radiografico a distanza è stato fissato a 25-35 giorni dall'intervento e l'evidenza di iniziale formazione di callo periostale ha permesso la ripresa, graduale e progressiva, della motilità attiva.

L'intervento di rimozione totale degli infibuli è stato eseguito solo in 16 pazienti (34%): programmato in 7 casi (pazienti in età evolutiva, adulti giovani); su richiesta del paziente o conseguente a intolleranza ai mezzi di sintesi negli altri 9 casi.

RISULTATI

Abbiamo avuto la possibilità di seguire 41 dei 46 pazienti della nostra casistica con un follow-up minimo di 6 mesi; 1 anno in 34 pazienti.

Il giudizio di guarigione è stato espresso quando erano presenti i seguenti parametri clinici e radiografici: assenza di dolore a livello del focolaio di frattura e nei movimenti di rotazione del braccio, presenza di callo periferico su entrambe le proiezioni radiografiche standard.

Consolidazione

La consolidazione è stata ottenuta in 43 casi (90,3%) entro i 3 mesi dall'intervento (media 8 settimane).

Pseudoartrosi in 1 caso (2,1%), con rottura degli infibuli

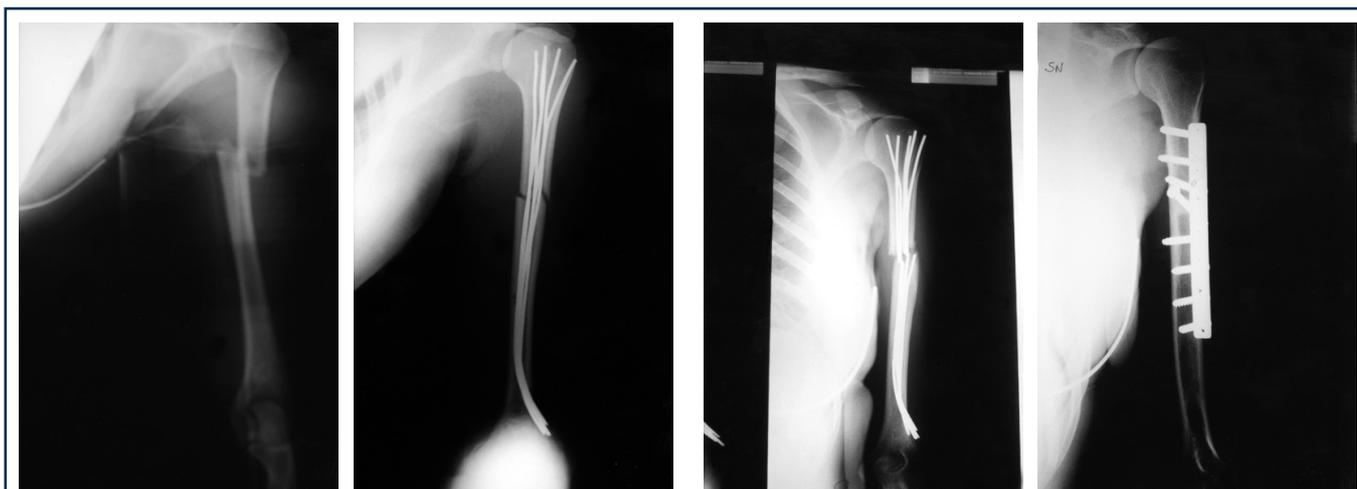


Fig. 8. a) Frattura A3/D4 (femmina, aa. 24); b) rx post-op; c) rx a 6 mesi: pseudoartrosi con rottura mezzi di sintesi; d) sintesi con placca e viti.

a livello del focolaio di frattura, trattata mediante sintesi a cielo aperto con placca e viti (Fig. 8).

Ritardo di consolidazione in 2 casi (4,3%). In uno (in cui non era presente né dolore né limitazione funzionale) ci siamo astenuti da qualsiasi trattamento, in attesa di una completa consolidazione radiografica che si è ottenuta a 12 mesi; nell'altro, l'evidenza clinica a 3 mesi di una motilità preternaturale ci ha indotto ad intervenire eseguendo, dopo rimozione degli infibuli, una sintesi a cielo chiuso con chiodo di Seidel.

I 3 casi su esposti erano tutti relativi a pazienti adulti giovani (dai 20 ai 30 anni), con frattura a rima trasversa del 1/3 medio diafisario.

Non è stato registrato alcun caso di viziosa consolidazione, considerando come tale soltanto quella con una angolazione residua maggiore di 20° sui vari piani o con un accorciamento superiore ai 2 cm.

In nessun caso si è avuta una scomposizione secondaria.

Complicazioni

Errore frequente è stato quello di aprire una falsa strada al di fuori del canale midollare nella progressione degli infibuli, ma l'inconveniente (evidenziato in scopia e subito risolto ripetendo la manovra) non ha mai provocato lesioni nervose o vascolari.

Una complicazione intraoperatoria, svelata post-operatoriamente, è stata una paresi di plesso brachiale, causata con ogni probabilità da uno stiramento nel corso delle manovre di riduzione: la paresi è regredita spontaneamente dopo 20 giorni.

L'irregolare sporgenza sottocutanea di uno o più infibuli

a livello della zona di ingresso si è registrato in 7 casi: in 2 per errore di tecnica (estremità sezionata a più di 1/2 cm dall'opercolo osseo), negli altri casi per una migrazione secondaria. In 3 casi si è avuta una perforazione cutanea, che ha costretto alla rimozione anticipata di un infibulo, in anestesia locale. In assoluto, comunque, il problema dell'intolleranza dei mezzi di sintesi non ha mai compromesso il processo di guarigione.

La complicazione analoga a livello prossimale, cioè la perforazione della testa omerale o del trochite, si è registrata in 5 pazienti (per lo più anziani) con sporgenza di non più di 1 cm e senza sensibili conseguenze per l'articolazione della spalla. In questi casi si è attesa la consolidazione della frattura, prima di procedere alla rimozione completa degli infibuli (Fig. 9).

Una infezione superficiale a livello della cicatrice al gomito si è verificata in 3 casi, per lo più causata da "confitto" con i mezzi di sintesi: problema risolto con il curettage e le medicazioni locali o con la rimozione dell'infibulo. Non abbiamo avuto casi di infezione profonda.

I risultati, nei 41 casi seguiti a distanza, sono stati valutati utilizzando la scheda di Gayet³⁰ che tiene conto di criteri clinici e radiografici. Si tratta di una scheda a punti che va da 0 a 20, e che si ispira a quella di Neer³⁴ per le fratture prossimali dell'omero. La tabella 2 illustra la distribuzione dei punteggi per i vari parametri presi in esame: da segnalare, oltre alla presenza o meno di dolore e alla valutazione delle varie escursioni articolari, il grado di soddisfazione del paziente, aspetto che noi riteniamo particolarmente significativo per la metodica in questione. In base a questo tipo di valutazione, abbiamo registrato,

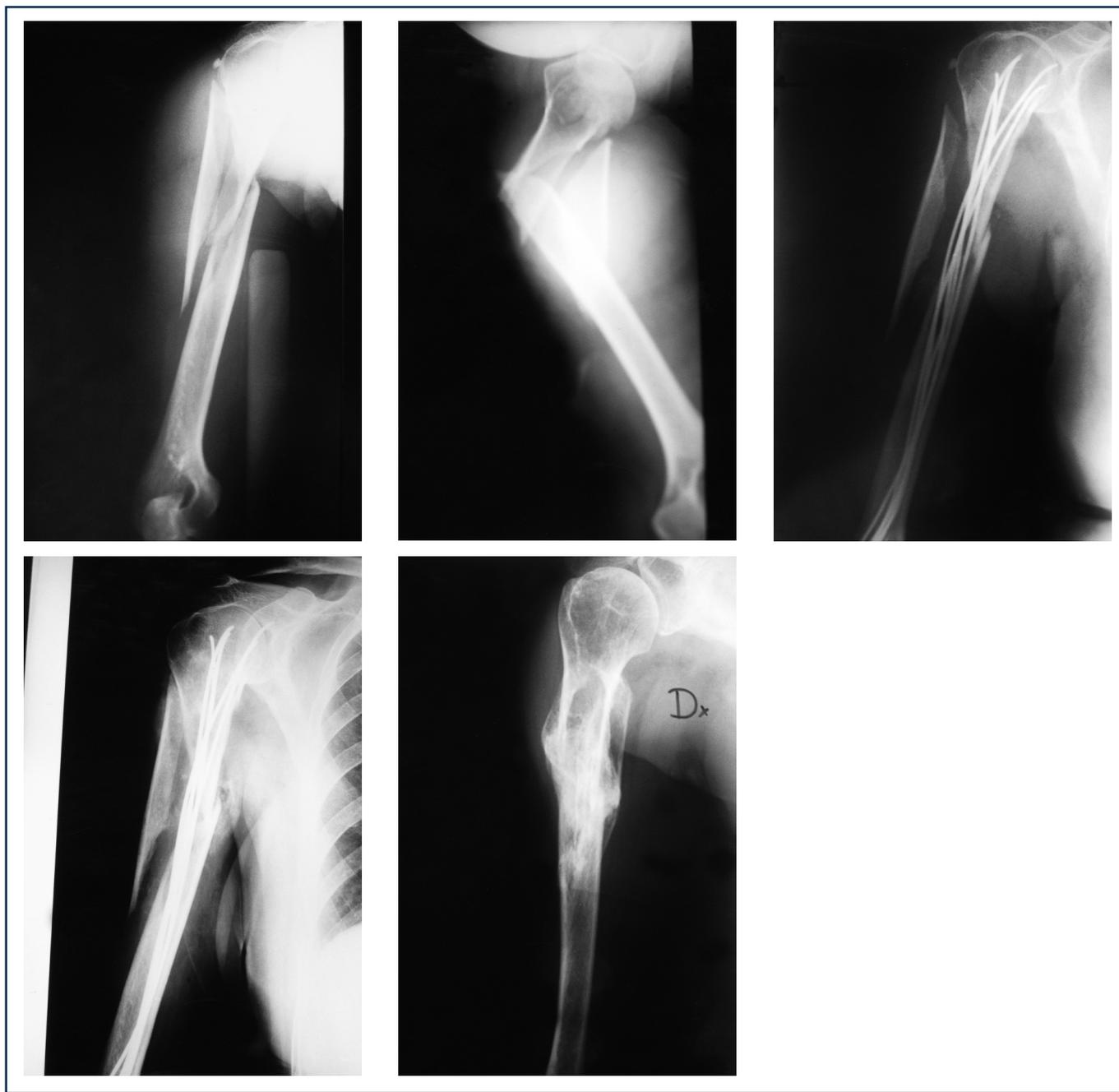


Fig. 9. a) Frattura B1/D4-D1 (maschio, aa. 78); b) proiez. laterale; c) rx post-op.; d) rx a 3 mesi: perforazione epifisi prossimale; e) rx a 6 mesi, dopo rimozione infibuli.

nei controlli a 6 mesi, 16 casi ottimi (punteggio da 16 a 20), 19 buoni (da 11 a 15), 5 medi (da 6 a 10), 1 cattivo (da 0 a 5); risultati percentualmente migliori nei 34 pazienti seguiti a 1 anno: 19 ottimi, 13 buoni, 2 medi, nessuno cattivo.

Relativamente alla ripresa funzionale, va sottolineato

come a livello del gomito il deficit di estensione al di sotto dei 20° e la flessione superiore ai 130° era riscontrabile nel 90% dei pazienti; mentre a livello della spalla, l'antepulsione e la abduzione erano superiori ai 120° nel 78%.

DISCUSSIONE

Le fratture diafisarie di omero non necessitano di una riduzione anatomica per giungere ad una consolidazione esteticamente e funzionalmente accettabile e neanche di una stabilizzazione assoluta, in virtù soprattutto della buona vascolarizzazione dell'osso e del consistente manico muscolare che lo riveste¹⁸.

È ancora attuale il pensiero di Boehler¹ secondo cui angolazioni di 10°-15°, spostamenti laterali fino alla larghezza stessa della diafisi o accorciamenti di pochi centimetri non hanno praticamente alcuna influenza né sul piano estetico, né su quello funzionale. Più recentemente Klenerman¹³ ha dimostrato che una angolazione anteriore di 20° ed una in varo di 30° vengono ben compensati dalla muscolatura del braccio, mentre anche un accorciamento di 3 cm può essere tollerato.

Il ricorso a metodiche cruente deve tenere conto di questi aspetti: altrimenti si corre il rischio di aggredire con mezzi sproporzionati alla "semplicità" della frattura, magari interferendo, come diceva Mc Kibbin³⁵, sui processi biologici della guarigione.

D'altra parte, il trattamento conservativo^{18 30 31 32 36} può mostrare in alcuni casi i suoi limiti di riduzione e di stabilità (bendaggio, gesso pendente, gesso funzionale) o di tollerabilità e funzionalità (gesso toraco-antibrachiale).

L'infibulamento endomidollare a fascio, potendo fare a meno sia di una riduzione anatomica (peraltro difficile da ottenere "a cielo chiuso") sia di una stabilità assoluta, soddisfa pienamente queste limitate esigenze biomeccaniche, rivelandosi al contempo un metodo economico,

poco aggressivo ed estremamente confortevole^{18 21 30}. Un "miglioramento del trattamento ortopedico", secondo una felice espressione di De La Caffinière²⁷.

La tecnica operatoria da noi adottata si ispira ad alcune varianti proposte da diversi Autori^{24 27 28} rispetto all'intervento originale di Hackethal¹⁴, che prevedeva la posizione prona, la via sovraolecranica, l'introduzione di infibuli fino a riempimento del canale.

La posizione supina, rispetto a quella prona o sul fianco, agevola il compito dell'anestesista nel controllo delle vie respiratorie, specie quando viene praticata una anestesia loco-regionale; inoltre, risulta comodo il posizionamento dell'amplificatore di brillantezza, che viene accostato parallelamente al tronco con possibilità di escursione completa.

L'arto poggiato su un supporto radiotrasparente costringe il moncone distale in una viziata intrarotazione^{18 21}, ma l'accorgimento di portare il braccio in normorotazione nel momento in cui, una volta introdotto gli infibuli, si esegue la manovra riduttiva, permette di aggirare l'inconveniente.

La via di introduzione sovraepicondiloidea è intanto condizionata dalla posizione del paziente. È peraltro una via sicura²⁴, per l'assenza di strutture nobili; l'osso è in posizione superficiale; modesto è lo scollamento richiesto dei piani muscolari.

Il fatto di utilizzare una porta di ingresso laterale, rispetto ad esempio a quella mediana sovraolecranica, è secondo noi un vantaggio che supera la difficoltà iniziale di introduzione dell'infibulo all'interno del canale: perché verrebbe così evitato, o limitato, il problema della migrazione distale degli infibuli stessi, che trovano sulla corticale esterna un buon punto di appoggio^{27 31}.

Per quanto riguarda i mezzi di sintesi, i chiodi in titanio presentano ovvi vantaggi rispetto ai comuni fili di Kirschner in acciaio, in virtù di un maggiore grado di elasticità, di una più alta resistenza meccanica e della sagomatura del loro apice³⁷. Vantaggi che rendono più agevole la tecnica operatoria, senza magari condizionare del tutto il risultato finale.

Il numero e il diametro degli infibuli da utilizzare può variare a seconda del paziente, del tipo di frattura, delle dimensioni del canale: nella nostra esperienza si va da un minimo di 3 a un massimo di 6, con diametri da 1,5 a 2,5. Mediamente, 4 o 5 infibuli da 2 mm assicurano una sufficiente stabilità.

L'ancoraggio prossimale nella spongiosa epifisaria, deve risultare efficace, cercando di ottenere per quanto possibile una disposizione a ventaglio¹⁹ sui vari piani. La

Tab. II. Risultati secondo la scheda di valutazione di Gayet.

aspetto radiologico	anatomico 2 p.	↔	callo viz. > 20°	0 p.
dolore spalla	assente 3 p.	↔	intenso	0 p.
dolore gomito	assente 3 p.	↔	intenso	0 p.
abduzione spalla	> 120° 1,5 p.	↔	< 90°	0 p.
antepulsione spalla	> 120° 1,5 p.	↔	< 90°	0 p.
extrarotazione spalla	normale 1,5 p.	↔	diminuita	0 p.
intrarotazione spalla	normale 1,5 p.	↔	diminuita	0 p.
flessione del gomito	> 130° 1,5 p.	↔	< 110°	0 p.
deficit estens. gomito	< 20° 1,5 p.	↔	> 40°	0 p.
soddisfazione paziente	buona 3 p.	↔	scarsa	0 p.



Fig. 10. Immobilizzazione definitiva con bendaggio alla Gilchrist.

sezione degli infibuli a circa 1/2 cm dall'opercolo osseo assicura un buon appoggio sulla corticale esterna, senza ostacolare la motilità del gomito, ma nello stesso tempo facilitando la rimozione.

L'immobilizzazione post-operatoria da noi preferita è il bendaggio alla Gilchrist, in quanto facilmente realizzabile col paziente ancora sul letto operatorio, senza essere costretti a manovre di sollevamento (Fig. 10).

I principi della metodica, biologici e meccanici, creano i presupposti per importanti vantaggi sul piano pratico.

Principi biologici

Viene seguito il percorso di una consolidazione fisiologica, essendo salvaguardato, oltre all'ematoma di frattura e al periostio, anche l'endostio (assenza di alesaggio del canale, piccolo diametro e non filettatura degli infibuli). I tempi di consolidazione, da 6 a 9 settimane nella nostra come in tutte le altre casistiche esaminate¹⁵⁻³¹, sono sovrapponibili o inferiori a quelli delle altre metodiche^{4 5 10-12 32 38-41}. L'intervento è poco invasivo, con una incisione limitata e una perdita ematica irrilevante. È scevro dal rischio di provocare lesioni nervose, in particolare del nervo radiale, nei confronti del quale la via d'accesso è a distanza di sicurezza²¹.

Vengono rispettate le strutture articolari, sia del gomito (dato che non è prevista l'apertura della capsula), sia della spalla, dove non vi è alcun coinvolgimento della cuffia dei rotatori^{20 21}.

La possibilità di aggravare la comminuzione del focolaio o di provocare fratture iatrogene, sia nell'intervento di impianto che in quello di rimozione dei mezzi di sintesi, è trascurabile rispetto alle altre tecniche di inchiodamento endomidollare⁴².

Principi meccanici

Deformabilità ed elasticità degli infibuli sono due caratteristiche che vengono sfruttate ai fini del trattamento²⁸. Grazie alla *deformabilità* viene facilitato sia l'ingresso dell'infibulo all'interno del canale, sia l'attraversamento del focolaio di frattura, che costringe a volte a curvare nettamente le traiettorie; si può avere una maggiore possibilità di "aggancio" del moncone prossimale dislocato e, con opportune manovre rotatorie sul mandrino, di riallineamento della frattura, altrimenti impossibile con semplici manovre manuali esterne²⁸.

L'elasticità trasforma ogni infibulo in un sistema "a tre punti" di ancoraggio stabile: il primo a livello della corticale esterna appena al di fuori del foro di ingresso, il secondo a livello dell'istmo del canale sulla corticale interna, il terzo a livello della spongiosa della epifisi pros-

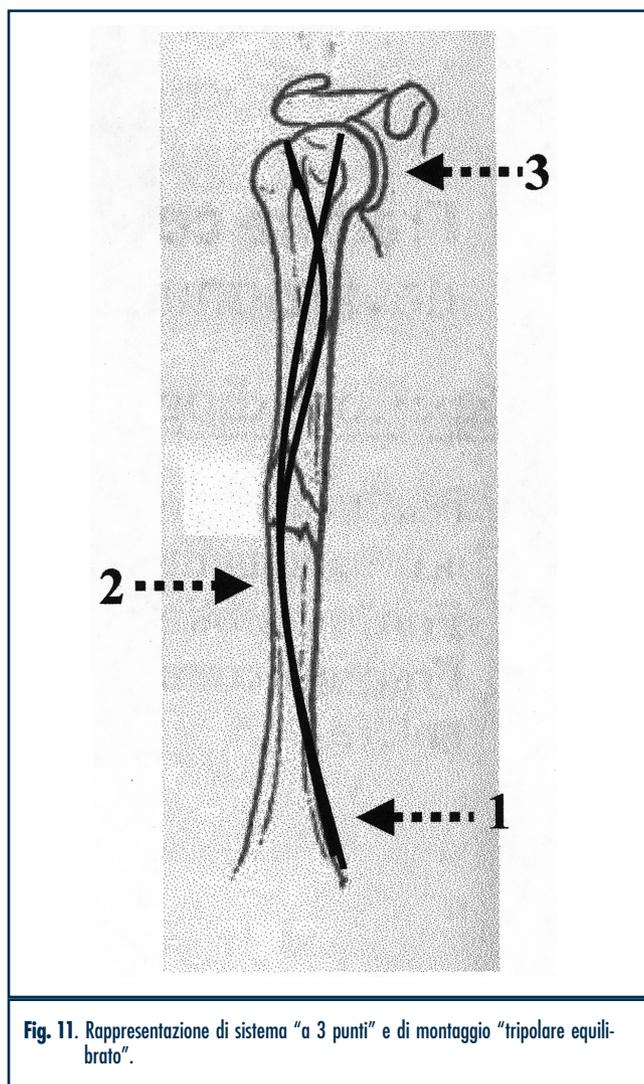


Fig. 11. Rappresentazione di sistema "a 3 punti" e montaggio "tripolare equilibrato".

simile^{20 21 27}. Nel loro insieme poi, gli elementi elastici realizzerebbero uno dei modelli geometrici di stabilità invocati da Metaizeau^{28 43}, il cosiddetto “montaggio tripolare equilibrato”: ogni infibulo, introdotto da una medesima porta di ingresso ma poi sottoposto a una torsione sul suo asse una volta raggiunta la spongiosa metafisaria, esercita nei confronti di un altro delle forze opposte, che appunto equilibrano il sistema (Fig. 11).

A questo punto, si può rinunciare al principio meccanico preconizzato da Hackethal del riempimento del canale, che peraltro risulta sempre fittizio considerata la sua variazione di forma (cilindrica prossimalmente, appiattita distalmente)³¹. Tra l'altro, un numero eccessivo di infibuli può avere un'azione distruttiva sulla spongiosa epifisaria (specie negli anziani), sopprimendo così il loro effetto di ancoraggio e favorendo anche la loro migrazione¹⁹.

La corretta disposizione geometrica, quindi, permetterebbe di ridurre il numero di elementi necessari a realizzare quel “tutore elastico interno”¹⁹ in grado di resistere alle forze dislocanti e di influire positivamente sulle micro-sollecitazioni sfavorevoli, di torsione e taglio²⁸. Potrebbe mancare, in realtà, il controllo assoluto delle rotazioni²¹, ma riteniamo, d'accordo con altri Autori^{15 17 19 27 30}, che in buona parte delle fratture diafisarie di omero la stabilità ottenuta risulti comunque sufficiente per una rapida e buona consolidazione.

Vantaggi pratici

Se dal punto di vista biologico, il metodo ripropone i vantaggi della metodica incruenta, dal punto di vista pratico il paziente beneficia dei vantaggi di qualsiasi sintesi interna stabile: è infatti sufficiente qualsiasi tipo di bendaggio “braccio al collo” per un periodo di 20-30 gg.

Il decorso post-operatorio è estremamente confortevole e indolore; l'ospedalizzazione è breve; il paziente, con un piccolo aiuto, può dedicarsi alla propria igiene personale, può fare rimuovere e riapplicare il bendaggio per il controllo della cicatrice chirurgica e per la motilità attiva del gomito e della spalla; è anche consentita la ripresa di una limitata attività domestica o lavorativa in genere, con la raccomandazione di evitare i movimenti di torsione del braccio per almeno tre settimane²¹.

Vantaggi pratici si hanno anche per l'operatore, in quanto l'intervento è di relativamente facile acquisizione e di breve durata^{18 21}; lo strumentario è estremamente ridotto e semplice; il materiale di consumo è poco oneroso, anche perché non c'è la necessità di avere a disposizione una grossa riserva (lunghezza standard; due o al massimo

tre diametri). L'intervento di rimozione dei mezzi di sintesi è abbastanza agevole e privo di rischi. Peraltro è necessario solo nei pochi casi di manifesta intolleranza²¹.

Svantaggi

Quanto agli svantaggi, va sempre tenuta in conto la possibilità di una migrazione degli infibuli sia prossimalmente (specie nei soggetti anziani) che distalmente^{20 21}; uno scrupoloso rispetto della tecnica chirurgica ha un ruolo preventivo importante; e comunque, come abbiamo visto, si tratta di una complicazione che nella maggior parte dei casi può essere affrontata e risolta, senza che influisca sul processo di guarigione.

Sul piano meccanico, la non assoluta stabilità (soprattutto rotatoria) potrebbe essere responsabile di un ritardo di consolidazione, se non di una pseudoartrosi, che tuttavia lascerebbe delle eccellenti condizioni locali per una ripresa chirurgica (“terreno vergine di chirurgia”³¹).

Per l'operatore, lo svantaggio teorico è rappresentato da una eccessiva esposizione alle radiazioni ionizzanti: in realtà, se si limita tale esposizione al momento in cui gli infibuli devono attraversare il focolaio di frattura e al controllo della loro posizione nella testa omerale, la quantità di radiazioni assorbita rientra nei limiti di qualsiasi altro intervento di sintesi a cielo chiuso.

Indicazioni e limiti

Con queste premesse, la metodica può avere un largo campo di applicazione nelle fratture diafisarie di omero, con poche limitazioni riguardanti o la sede o il tipo di lesione.

In base alla sede, nel segmento più distale della diafisi (zona D6 e in parte D5 di Hackethal) un infibulamento endomidollare per la sola via sovraepicondiloidea non garantirebbe una stabilità sufficiente; e in più, i possibili difetti di riduzione in prossimità della articolazione del gomito sarebbero mal tollerati sia dal punto di vista estetico che funzionale.

In base al tipo, il metodo potrebbe scontare i suoi limiti proprio nelle fratture apparentemente più semplici, come quelle a rima trasversa (o obliqua corta), per lo più del terzo medio diafisario. Sono soluzioni di continuo che (secondo anche gli studi di Fernandez Esteve⁴⁴) possono risultare altamente instabili, per la possibile azione separata delle forze muscolari (che generano momenti di forza flessori e rotatori) e soprattutto per l'azione incontrastata della forza di gravità, che tende a diastare il moncone distale. Tra l'altro, la mancanza di carico riduce ad una

misura modesta le sollecitazioni in compressione legate alla sola contrazione muscolare, e può quindi ritardare la comparsa di callo ⁴⁴.

Al contrario, man mano che la rima si estende (obliqua lunga, spiroide) o si frammenta, diminuisce l'azione di fulcro, così che le differenti forze muscolari, agendo sullo stesso moncone, possono in parte neutralizzarsi, oppure esaurirsi su uno o più frammenti intermedi ⁴⁴.

Non a caso, quindi, ritardi di consolidazione e pseudoartrosi della nostra casistica si sono verificati in fratture a rima trasversa del 1/3 medio (anche se in diversi altri casi simili il risultato è stato eccellente); a riguardo, il parere di altri Autori ^{18 27 28 30} non è univoco.

Comunque, riteniamo che questo tipo di frattura non vada esclusa dalle indicazioni dell'infibulamento a fascio, se non quando sia già presente, o si evidenzi intraoperatoriamente, una diastasi importante (possibile interposizione di tessuti molli); negli altri casi, potrebbero bastare accorgimenti particolari, quali l'introduzione (in questo caso sì) di un maggior numero possibile di infibuli; o più semplicemente una immobilizzazione più contentiva (per esempio un bendaggio alla Desault o alla Velpeau) da non rimuovere per almeno un mese, seguita da una ripresa più prudente della motilità attiva.

In tutte le altre fratture del terzo medio e prossimale della diafisi il metodo, così come lo abbiamo descritto e impiegato, ha secondo noi una sicura indicazione; anzi, diremmo che la sua efficacia cresce all'aumentare della complessità del focolaio, fino a risultare un'ottima indicazione nelle fratture pluriframmentarie ed estese dalla diafisi alla metaepifisi prossimale. Laddove, una sintesi con placca e viti può costringere ad ampie e pericolose esposizioni ³²; l'applicazione di un fissatore esterno può non avvalersi di un solido ancoraggio prossimale da parte degli elementi di presa (a parte i problemi di intolleranza) ²⁰; la stessa sintesi endomidollare con chiodi bloccati può trovare ostacoli di natura tecnica, sia nella variante antero-grada che in quella retrograda, per la possibile frammentazione del segmento prossimale ^{12 40 45}.

L'infibulamento a fascio può arrivare a competere, in questi casi, anche col "chiodo elastico" di Marchetti-Vicenzi ⁴⁶: strumento che per certi versi ne rappresenta l'evoluzione, ma la cui indiscussa superiorità strutturale e meccanica deve, per quanto ci riguarda, fare i conti con la posizione prona, con la necessità di stabilire la lunghezza adeguata, con il meno agevole intervento di rimozione e, non ultimo, con un costo più elevato.

CONCLUSIONI

L'infibulamento endomidollare a fascio è secondo noi un intervento da rivalutare per il trattamento delle fratture diafisarie di omero. La limitata stabilità sul piano rotatorio e il frequente inconveniente di una migrazione distale dei mezzi di sintesi (utilizzando la via sovraolecranica) avevano messo in discussione la validità del metodo, ideato in Germania quarant'anni orsono e adatto secondo alcuni Autori ^{19 22 24} soltanto a certe fratture dell'omero prossimale. Una sintesi interna con placca e viti o il successivo avvento dei chiodi bloccati offrivano sicuramente maggiori garanzie dal punto di vista meccanico.

Una variante alla via di introduzione, come quella sovraepicondiloidea, e il rispetto di certi principi meccanici nella disposizione degli infibuli all'interno del canale, hanno colmato secondo noi alcune importanti lacune originarie. Anche l'utilizzo di chiodi in titanio, dotati di un più alto grado di elasticità rispetto ai comuni fili in acciaio, ha contribuito a rendere più affidabile la metodica.

Per l'omero, più che per altri distretti scheletrici, non esiste un trattamento ideale, né tanto meno il mezzo di sintesi valido in ogni circostanza.

Riteniamo però che per le fratture diafisarie il "vecchio" intervento di Hackethal, modificato, può rappresentare una soluzione di "buon compromesso": biologicamente sovrapponibile al trattamento conservativo, meccanicamente vicino alle altre tecniche cruenta, confortevole per il paziente.

Da sottolineare come la semplicità e la versatilità della metodica si faccia apprezzare sempre più all'aumentare della complessità della lesione: in particolare, nelle fratture pluriframmentarie, ad estensione diafiso-epifisaria prossimale, l'infibulamento a fascio può, a nostro avviso, essere considerato un vero e proprio trattamento di elezione.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Bohler L.
The treatment of Fractures
New York: Grune & Stratton 1966.
- ² Kuntscher G.
Intramedullary surgical technique and its place in orthopaedic surgery. My present concept.
J Bone Joint Surg Am 1965;47:808.
- ³ Muller ME, et al.
Manuale dell'osteosintesi
Bologna, Aulo Gaggi Editore 1970.

- ⁴ De Mourgues G, et al.
Fractures récentes de la diaphyse humérale, à propos d'une série continue de 200 observations dont 107 traitées uniquement par plâtre pendant.
Rev Chir Orthop 1975;61:191-207.
- ⁵ Sarmiento A, et al.
Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus.
J Bone Joint Surg Am 1977;59:596-601.
- ⁶ Nordin JY, Chaboche P.
Fractures de la diaphyse humérale.
In: *Encycl Méd Chir Appareil Locomoteur*. Ed. Tech. 1983;14039A10:t.2.
- ⁷ Gandolfi M, et al.
La fissazione elastica endomidollare nelle fratture diafisarie dell'omero.
Bologna: Attualità in traumatologia, Aulo Gaggi 1985.
- ⁸ Hall R, et al.
Ender nailing of acute fractures of the humerus. A study of closed fixation by intramedullary nails without reaming.
J Bone J Surg Am 1987;69:558-67.
- ⁹ Seidel H.
Traitement des fractures de l'humérus à l'aide de clou verrouillé.
Paris: Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT Exp Scie Fra 1990;39:55-9.
- ¹⁰ Moyikoua A, et al.
Fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Place du traitement chirurgical par plaque vissée. A propos de 35 cas opérés.
Rev Chir Orthop 1992;78:23-7.
- ¹¹ Lenoble E, et al.
Traitement des fractures diaphysaires de l'umérus par fixateur externe de Hoffmann.
Rev Chir Orthop 1993;79:606-14.
- ¹² Kempf I, et al.
L'enclouage verrouillé selon Seidel des fractures diaphysaires humérales récentes.
Rev Chir Orthop 1994;80:5-13.
- ¹³ Ward FE et al.
Fratture della diafisi omerale.
In: Browner, Jupiter, Levine, Trafton, eds. *Traumatologia dell'Apparato Muscolo-Scheletrico*. Roma: Verduci Editore 1994:1231-55.
- ¹⁴ Hackethal KH.
Die Bundel-Nagelung.
Berlino, Springer-Verlag 1961.
- ¹⁵ Dereume JP, et al.
Le traitement des fractures humérales par embrochage médullaire selon Hackethal.
Acta Orthop Belg 1973;39:561-71.
- ¹⁶ Van der Ghinst M, et al.
Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par l'embrochage centro-médullaire à minima
Acta Orthop Belg 1974;40:85-95.
- ¹⁷ Nyst M, et al.
Application de la technique d'embrochage centromédullaire selon Hackethal aux fractures bi-étagées de l'humérus.
Acta Orthop Belg 1976;42:483-91.
- ¹⁸ Putz Ph, et al.
Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par embrochage fasciculé selon Hackethal. A propos de 194 cas.
Acta Orthop Belg 1984;50:521-38.
- ¹⁹ Nottebaert M, et al.
L'embrochage fasciculé selon Hackethal dans les fractures cervico-diaphysaires complexes de l'humérus chez le patient agé.
Acta Orthop Belg 1986;52:743-52.
- ²⁰ Neumann HS, et al.
Bundle nailing of diaphyseal fractures of the humerus.
Acta Orthop Belg 1995;61:159-61.
- ²¹ Putz Ph, Pauwels P.
L'embrochage selon Hackethal pour les fractures proximales ou diaphysaires de l'humérus.
Acta Orthop Belg 1995;61:162-5.
- ²² Apprill G, Boll P.
Le traitement des fractures du col de l'humérus par embrochage centro-médullaire sans ouverture du foyer de fracture.
Rev Chir Orthop 1968;54:657-66.
- ²³ Champetier J, et al.
Le traitement des fractures de l'humérus par l'embrochage en bouquet.
J Chir 1975;109:75-82.
- ²⁴ Vives P, et al.
Le traitement des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus par embrochage en faisceau par voie épicondyléenne.
Ann Chir 1976;30,10:845.
- ²⁵ Rogez JM, et al.
Embrochage de l'humérus par voie interne sus-épitrochléenne. A propos de 20 cas.
J Chir 1978;115:605-8.
- ²⁶ Vichard Ph, et al.
L'enclouage bipolaire ascendant aux clous élastiques de l'extrémité supérieure de l'humérus.
Ann Orthop Traum Est 1978;1:73-7.
- ²⁷ De la Caffinière JY, et al.
Traitement des fractures de la diaphyse humérale de l'adulte par embrochage centro-médullaire (ECMA)
Rev Chir Orthop 1988;74:771-7.
- ²⁸ Metaizeau JP
L'ostéosynthèse chez l'enfant par E.C.M.E.S.
Montpellier: Ed. Sauramps Medical 1988:27-36,63-67.
- ²⁹ Sessa S, et al.
Embrochage centro-médullaire dans les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus chez l'enfant et l'adolescent.
Chir Pédiatr 1990;31:43-6.
- ³⁰ Gayet LE, et al.
Fractures de la diaphyse humérale: place de l'embrochage fasciculé selon Hackethal.
Rev Chir Orthop 1992;78:13-22.
- ³¹ De la Caffinière JY, et al.
Embrochage centromédullaire des fractures de la diaphyse humérale. Une ostéosynthèse à risque minimum. A propos de 82 cas.
Rev Chir Orthop 1999;85:125-35.

- ³² André S, et al.
Les fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Comparaison du traitement orthopédique et des traitements chirurgicaux. A propos de 252 cas.
Rev Chir Orthop 1984;70:49-61.
- ³³ Muller ME, et al.
The AO classification of fractures.
Berlino: Springer 1988.
- ³⁴ Neer CS
Displaced proximal humeral fractures.
J Bone Joint Surg Am, 1970;52:1077-103.
- ³⁵ McKibbin B
The biology of fractures healing on long bones.
J Bone Joint Surg Br 1978;60-B,2:150-62.
- ³⁶ Wallny T, et al.
Functional treatment of humeral shaft fracture. Indication and results.
J Orthop Trauma 1997;11:283-7.
- ³⁷ Regnoli R, et al.
Il trattamento delle fratture del collo dell'omero con chiodi in titanio: primo anno di esperienza.
Lettre d'informations orthopediques et traumatologiques 1991;1:1/7-7/7
- ³⁸ Balfour GW, et al.
Displaced fractures of the humerus treated with a ready-made fracture brace.
J Bone Joint Surg Am 1982;11-3.
- ³⁹ Robinson CM, et al.
Locked nailing of humeral shaft fractures, experience in Edinburgh over two years period.
J Bone Joint Surg Br 1992;74:558-62.
- ⁴⁰ Lin J, et al.
Biomechanical comparison of antegrade and retrograde nailing of humeral shaft fracture.
Clin Orthop 1997; 351: 203-213.
- ⁴¹ Rommens PM, et al.
Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures.
J Bone Joint Surg Br 1995;77:84-9.
- ⁴² Barnes CE, Shuler TE.
Complications associated with the Seidel nail.
Orthopaedic Review 1993;22:699-706.
- ⁴³ Scarponi R, et al.
Fratture diafisarie dell'arto superiore: inchiodamento elastico-stabile a cielo chiuso.
Lettre d'informations orthopediques et traumatologiques.
- ⁴⁴ Fernandez Esteve F.
Tratamiento ortopédico de las fracturas de homero mediante un yeso corto de brazo (Arm cast).
Rev Esp Cir Osteoart 1976;11:357.
- ⁴⁵ Svend-Hansen H, et al.
Complications using the Seidel intramedullary humeral nail: outcome in 31 patients.
Acta Orthop Belg 1998;64:291-5.
- ⁴⁶ Marchetti, et al.
The use of elastic nails for intramedullary fixation of humeral fractures and non unions.
Orthopedics 2000;vol.23,n.4:343-7.