

# TRATTAMENTO CHIRURGICO DELLE PSEUDOARTROSI DIAFISARIE DI AVAMBRACCIO MEDIANTE PLACCA SEMITUBULARE ED INNESTO OSSEO AUTOPLASTICO

G.F. BERZERO, M. MOSCONI, R. VANELLI, F. CUZZOCREA

Dipartimento di Scienze Morfologiche Eidologiche e Cliniche, Sezione di Ortopedia e Traumatologia Università di Pavia,  
Policlinico San Matteo IRCCS, Pavia

*Surgical treatment of diaphyseal forearm nonunions, with semitubular plate and autoplasmic bone graft.*

## SUMMARY

*The treatment of forearm nonunions requires a rigid fixation with a compression plate. Moreover, an autograft is needed to enhance the intervention outcomes. A cancellous and/or cortical and cancellous graft can be used according to the loss of substance. A retrospective study was conducted on 21 patients operated at the Orthopaedic Department of the University of Pavia between January 1<sup>st</sup> 1989 and December 31<sup>st</sup> 1999. This case history included 16 males and 5 females (average age, 37; interval: 19-82) with 6 cases of ulnar nonunions, 5 cases of radial non-unions, 8 cases of radial and ulnar nonunions and 2 cases of delayed unions. The nonunion was classified as hypertrophic in 15 patients and atrophic in 4 patients. A cancellous autograft was used in all 21 patients while an iliac cancellous-cortical bone was used in half of the nonunion cases. Patients were available for an average follow-up of 12,5 months (interval: 2-36 months). The plate used was of the semi-tubular type. In half of the patients, healing was achieved in 2 or 3 months. It took a longer time for inpatients with a larger bone loss to heal (4-11 months). In 50% of cancellous-cortical grafts, the bone graft's evolution observed was normal, with radiological incorporation signs after 3 or 4 months. In the remaining 50% of cancellous-cortical grafts, the osteogenetic response was delayed for a maximum of 11 months. Most of the nonunion patients recovered within 4-5 months; functional results were more than satisfactory in most cases. The best functional results were achieved when no large bone resection was needed to perform the osteosynthesis. Riv Chir Mano 2002; 39: 209-214*

## KEY WORDS

Nonunion, bone graft, forearm

## RIASSUNTO

*Il trattamento della pseudoartrosi di avambraccio richiede una fissazione rigida, mediante placca a compressione, associando l'uso di innesto osseo autologo spongioso e cortico/spongioso. Uno studio retrospettivo è stato condotto su 21 pazienti, operati presso la Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Università degli Studi di Pavia, dei quali ne sono stati controllati 17. La pseudoartrosi è stata classificata come ipertrofica in 12 pazienti ed atrofica nei rimanenti 5. L'osteosintesi è sempre stata effettuata mediante placca semitubulare a 5 o 6 fori, associando in tutti i pazienti un innesto autoplastico spongioso, mentre nella metà circa delle pseudoartrosi è stata impiegata anche una stecca cortico-spongiosa prelevata dall'ala iliaca. Il 50% dei pazienti è guarito in 2-3 mesi; tempi di guarigione più lunghi sono stati rilevati in quei casi che avevano richiesto l'impiego di innesto cortico-spongioso per la presenza di un maggior difetto osseo. I migliori risultati funzionali sono stati conseguiti nelle osteosintesi che non hanno richiesto il sacrificio di rilevanti quantità di osso.*

## PAROLE CHIAVE

Pseudoartrosi, trapianto osseo autoplastico, avambraccio

Arrived: giugno 2002

Accepted: ottobre 2002

Corrispondence: Berzero Gian Franco, Via P. Nenni 17, 27020 Travacò (Pavia) - Tel. 338-6424566 - E-mail: g.berzero@libero.it

## INTRODUZIONE

Fino agli inizi degli anni novanta, la pseudoartrosi rappresentava il 10% delle complicanze delle fratture di avambraccio nell'adulto; questa percentuale è attualmente diminuita al 2%, grazie soprattutto all'utilizzazione della sintesi interna rigida e all'uso in prima istanza di innesti spongiosi nel trattamento delle fratture comminute. Nelle pseudoartrosi di avambraccio la restitutio ad integrum è più difficile che in altri distretti scheletrici; si deve infatti considerare che:

- le condizioni dei normali assi anatomici sono difficili da identificare, soprattutto nella scomposizione ad *peripheriam*;
- la membrana interossea può essere retratta e cicatrizzata in modo irreversibile, prima dell'intervento chirurgico;
- se solo una di entrambe le ossa dell'avambraccio presenta una pseudoartrosi, l'altra è spesso guarita in viziosa consolidazione;
- la viziosa consolidazione o la presenza di una pseudoartrosi determina un accorciamento di una delle due ossa, con un disturbo funzionale secondario, a carico di gomito e polso;
- la via chirurgica di accesso deve essere la meno traumatizzante possibile sulle parti molli, per conservarne la vascolarizzazione;
- la fissazione ossea deve essere rigida, utilizzando placche a compressione, oppure ricorrendo a chiodi endomidollari bloccati (1, 2); le placche a compressione vanno applicate sulla convessità della pseudoartrosi, per ottenere un effetto a tirante; associando un innesto osseo autologo che, grazie al suo apporto biologico, realizza una migliore consolidazione;
- ogni immobilizzazione, più o meno lunga, è causa di rigidità articolare, con limitazione soprattutto della prono-supinazione (3-5).

## MATERIALI E METODI

Lo scopo di questo lavoro è quello di discutere il trattamento delle pseudoartrosi diafisarie di avambraccio, mediante sintesi con placca semitu-

bulare ed applicazione di innesto osseo spongioso e/o cortico-spongioso autologo, prelevato dall'ala iliaca. A tal fine abbiamo condotto uno studio retrospettivo su 17 pazienti, operati dal 1.1.89 al 31.12.99, presso la Clinica Ortopedica dell'Università di Pavia.

La casistica comprende 15 maschi e 2 femmine, di età compresa fra 19 e 82 anni (37 anni di media) che presentavano: 5 pseudoartrosi di ulna, 4 pseudoartrosi di radio, 6 pseudoartrosi biossee ed infine 2 ritardi di consolidazione di radio.

Il bilancio radiologico preoperatorio ha permesso di studiare l'aspetto della pseudoartrosi, le deviazioni angolari, la sclerosi del canale midollare, la congruenza delle articolazioni radio-ulnari, prossimale e distale. In base a tale aspetto radiografico e ad uno studio scintigrafico, la pseudoartrosi è stata classificata in: ipertrofica in 12 pazienti ed in atrofica negli altri 3 pazienti. Nei 2 pazienti che presentavano un ritardo di consolidazione, l'intervento è stato eseguito ad un intervallo di tempo compreso tra 1,5 e 3 mesi dalla frattura, mentre nei casi di pseudoartrosi, l'intervento è stato effettuato tra 6 e 52 mesi dalla frattura iniziale. In tutti i 17 pazienti è stato utilizzato un innesto osseo spongioso, mentre in 9 di essi circa la metà delle pseudoartrosi è stata impiegata anche una stecca cortico-spongiosa. Nel trattamento iniziale delle fratture di ulna evolute in pseudoartrosi, sono stati impiegati i seguenti mezzi di sintesi: 4 chiodi di Rush; 5 placche; 1 cerchiaggio metallico con vite; 1 fissatore esterno. Per quanto riguarda il radio, invece, sono stati utilizzati: 3 chiodi di Rush; 6 placche; 1 fissatore esterno. Le due fratture di radio, infine, che presentavano ritardo di consolidazione, erano state trattate in-cruentemente con apparecchio gessato brachio-metacarpale.

Il follow-up postoperatorio è stato in media di 12,5 mesi, con controlli compresi fra 2 e 36 mesi.

Nella rassegna della documentazione radiografica abbiamo considerato i seguenti parametri: allineamento monconi di frattura; evidenza o meno della rima di frattura; segni di riabilitazione o riassorbimento innesto osseo; corretto posizionamento dei mezzi di sintesi.

## TECNICA CHIRURGICA

Per l'accesso al radio è stata utilizzata la via descritta da Thompson, mentre per l'accesso all'ulna è stato utilizzato la via posteriore diretta, cercando di traumatizzare il meno possibile le parti molli per preservarne la vascolarizzazione.

Secondo il tipo di pseudoartrosi (serrata/lassa; ipertrofica/atrofica) diverso è stato il trattamento chirurgico: nella pseudoartrosi serrata con estremità vascolarizzate, a zampa di elefante, e senza perdita di sostanza ossea, in linea di massima, non è necessario intervenire sul focolaio di frattura. Nella pseudoartrosi lassa, invece, con perdita di sostanza limitata e scarsamente vascolarizzata sono stati rimossi i segmenti necrotici, le estremità dei frammenti sono state rimodellate, praticando un'ampia apertura del canale midollare e giungendo su osso sicuramente sano (il suo trofismo è controllato mediante il rilascio del laccio emostatico).

In tutti e due i casi è stato utilizzato un innesto autologo tipo bone-chips, prelevato dall'ala iliaca, per stimolare l'osteogenesi.

In caso di resezione ossea più ampia, compresa tra 1,5 e 5 cm, dopo aver rimodellato il canale midollare, si è utilizzato anche un innesto cortico-spongioso applicato sul lato opposto alla placca, solidarizzandolo con cerchiaggio metallico e/o almeno 2 viti.

L'innesto spongioso utilizzato nel trattamento delle pseudoartrosi serrate e lasse, ma con perdita di sostanza ossea limitata, svolge un ruolo prevalentemente biologico di stimolo dell'osteogenesi. Al contrario l'innesto osseo corticale per apposizione che completa il montaggio nel trattamento delle pseudoartrosi con perdita di sostanza, svolge anche un ruolo meccanico determinante, se raccordato alla placca.

La placca metallica utilizzata è stata del tipo semitubulare a 5 o 6 fori, applicata secondo la tecnica AO, in modo da neutralizzare tutte le sollecitazioni di taglio e di torsione sul focolaio. Essa va posta sulla convessità della pseudoartrosi per ottenere un effetto a tirante e deve essere sufficientemente lunga; almeno tre viti devono possedere una presa bicorticale in modo da fissare ogni frammento. La

sintesi deve essere stabile e deve ottenere un buon affrontamento dei segmenti ossei eseguendo una resezione trasversale del focolaio o un rimodellamento dei frammenti secondo un piano obliquo, in modo da ottenere una sintesi interna rigida, o in compressione assiale o in compressione-neutralizzazione (Fig. 1).

Nel decorso postoperatorio l'arto è stato immobilizzato mediante un apparecchio gessato braccio-metacarpale, con avambraccio in prono-supinazione intermedia, per un tempo medio di 60-90 giorni.

## RISULTATI

La guarigione della pseudoartrosi è stata osservata in 16 pazienti su 17, ad un tempo medio di 4,5 mesi dall'intervento (minimo 1,5 e massimo 11 mesi): il 50% dei pazienti è guarito in 75 giorni. Le forme ipertrofiche (12 casi), valutate come tali in base a criteri prevalentemente radiografici e scintigrafici, sono guarite in media in 5 mesi (minimo 2, massimo 11); quelle atrofiche (5 casi) in media in 2,5 mesi (minimo 1,5 e massimo 4 mesi). In 5 pazienti (4 con pseudoartrosi ipertrofica e 1 con pseudoartrosi atrofica), che presentavano scarsi segni di formazione di callo osseo, a distanza di circa 40 giorni dall'intervento, al trattamento clas-



**Figura 1.** Particolare di tecnica operatoria: l'innesto cortico-spongioso viene fissato con due viti corticali e stabilizzato da un cerchiaggio con filo non riassorbibile

sico mediante placca semitubulare ed innesto autologo, è stata associata anche la magnetoterapia. Tempi di guarigione più lunghi (da 4 a 11 mesi) sono stati osservati nei casi di pseudoartrosi che avevano richiesto l'impiego di una stecca cortico-spongiosa e che quindi presentavano un difetto osseo maggiore.

Per quanto riguarda l'evoluzione radiografica dell'innesto spongioso e cortico-spongioso, abbiamo cercato di individuare le varie fasi della riabilitazione, incontrando talvolta difficoltà pratiche nell'obiettivare le immagini poiché le radiografie non sempre sono state omogenee per dosaggio delle radiazioni, tempi di esposizione. Lo studio radiografico seriato condotto per valutare il processo di guarigione ha consentito le seguenti considerazioni:

- nelle radiografie eseguite ad un mese dall'intervento, abbiamo osservato nella quasi totalità dei pazienti, rarefazione dell'innesto spongioso e spongiosizzazione della corticale;
- a due mesi, sulla superficie esterna della stecca corticale, compare un'irregolare ondulazione o festonatura, mentre il contorno diventa sfumato; sul lato della stecca a contatto con l'osso ospite, il cui contorno è già normalmente più sfumato per la presenza dello strato di spongiosa, la struttura appare più rarefatta e si individuano sottili fenditure, parallele all'asse della stecca;
- al terzo mese è presente ipertrofia ossea alla periferia dell'innesto corticale con chiari segni di fusione tra innesto ed osso ospite;
- a partire dal quarto mese, si completa la fusione dell'innesto osseo sulla diafisi e il suo progressivo rimodellamento funzionale.

In 5 degli innesti cortico-spongiosi (50%), si è osservata un'evoluzione normale dell'innesto stesso, con segni di incorporazione, a 3 e 4 mesi. In altri 4 (44%), la risposta osteogenetica è stata, invece, ritardata d'alcuni mesi, fino ad un massimo di undici (Fig. 2 A, B, C e Fig. 3 A, B).

Abbiamo lamentato le seguenti complicanze: un caso di mancata consolidazione in una pseudoartrosi di ulna, con riassorbimento dell'innesto spongioso, accompagnata dalla deformazione della

placca; un caso di atrofia di Sudeck del polso; quattro casi di limitazione del movimento di pronosupinazione; nessun caso di infezione postoperatoria.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La pseudoartrosi di radio e ulna si osserva più comunemente quando la riduzione della frattura sia stata inadeguata o quando i mezzi metallici di sintesi non abbiano fornito la stabilità necessaria. Le fratture monostotiche d'ulna, quelle gravemente comminute e quelle infette sono gravate da un maggior rischio d'evoluzione in pseudoartrosi.

Se l'indicazione è stata corretta e la tecnica chirurgica adeguata, la guarigione della pseudoartrosi d'avambraccio può considerarsi frequente, perché il radio e l'ulna rappresentano un distretto scheletrico a prognosi relativamente favorevole, anche se non può beneficiare del positivo effetto rappresentato dal carico, che, nell'arto inferiore, svolge un ruolo importante, sia in termini di compressione della frattura, che di stimolo all'osteogenesi (6-8).

La maggior parte delle pseudoartrosi sono guarite in media in 4,5 mesi; tempi più lunghi si sono verificati in presenza di un grosso difetto osseo, che aveva richiesto l'uso di un ampio innesto cortico-spongioso.

I segni d'atrofia ossea o rarefazione radiografica dell'innesto osseo, osservati ad un mese dall'intervento, indicano l'inizio della sua riabilitazione, ossia la vascolarizzazione e la penetrazione connettivale in seno all'innesto stesso. L'ipertrofia ossea, osservata invece nei mesi successivi, è indicativa di una risposta osteogenetica finalizzata all'integrazione dell'innesto nell'osso ospite.

Le fasi dell'evoluzione dell'innesto si sono svolte in alcuni casi in maniera anomala, sia nel senso di un ritardo nei tempi, che nel senso di una diminuita intensità, per l'azione di fattori locali di natura meccanica (movimenti dell'innesto) e/o biologica (letto poco vascolarizzato, sclerotico o con esaurite capacità rigenerative).

Il risultato funzionale è stato più che soddisfacente nella maggior parte dei pazienti. Poiché l'a-



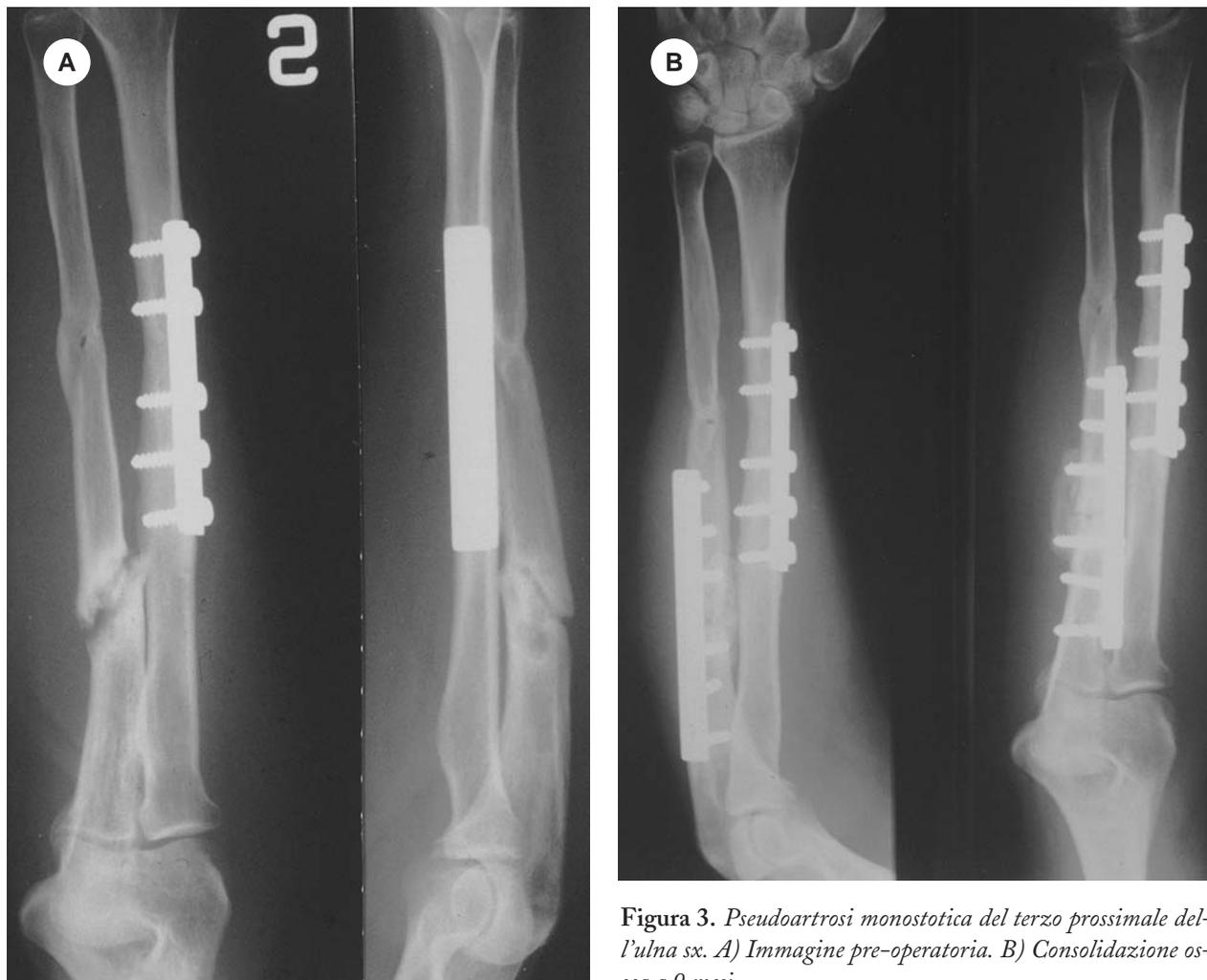
**Figura 2.** *Pseudoartrosi biossea di avambraccio sinistro. A) L'ulna era stata trattata, in altra sede, con chiodo di Rush, il radio era stato trattato incruentamente. B) Osteosintesi con placche semitubulari ed innesto osseo: controllo Rx a 30 gg dall'intervento. C) Consolidazione ossea raggiunta. Completa osteointegrazione dell'innesto osseo ad un anno dall'intervento*

vambraccio non può tollerare accorciamenti scheletrici neppure modesti, senza subire uno sconvolgimento radicale nell'estetica e nella funzione, l'osteosintesi in "accorciamento" si può praticare soltanto quando la parte necrotica ed il callo patologico da rimuovere, non facciano superare al chirurgo il limite massimo di circa 2 cm, poichè un avambraccio troppo corto è già di per sè un motivo di invalidità. I migliori risultati funzionali sono stati conseguiti nelle osteosintesi che hanno richiesto il minor sacrificio di quantità di osso, ottenendo un ripristino funzionale pressoché totale, grazie al ristabilimento della leva antibrachiale ed al rispetto dell'anatomia distrettuale.

La pseudoartrosi d'avambraccio rappresenta una

lesione difficile da trattare, in quanto non solo è importante che, con l'intervento, il radio e l'ulna vengano ricondotti ad un ottimale rapporto di forma e di lunghezza, ripristinando la loro curvatura fisiologica, ma che i mezzi di sintesi, una volta disposti, abbiano un identico grado di tensione sui due versanti del focolaio di frattura.

Infine, è importante sottolineare la necessità di tutelare l'avambraccio fino a quando radiograficamente non vi siano segni certi di presenza di callo osseo, che assicuri la solidità del radio e/o dell'ulna. Poiché d'altra parte la prolungata immobilizzazione comporta l'instaurarsi di rigidità articolari alla fine del trattamento, è indispensabile un trattamento riabilitativo prolungato.



**Figura 3.** Pseudoartrosi monostotica del terzo proximale dell'ulna sx. A) Immagine pre-operatoria. B) Consolidazione ossea a 9 mesi

#### BIBLIOGRAFIA

1. Street DM. Intramedullary forearm nailing. Clin Orthop 1986;212: 219-30.
2. Smith M, Sage FP. Medullary fixation of forearm fractures. J Bone Joint Surg 1957; 39A: 91-8.
3. Oegema T. Peripheral blood vassels. Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues. Am Ac Orth Surg 1988; 201-379.
4. Burchardt H. The biology of bone graft repair. Clin Orthop 1983; 174: 28-42.
5. Muller ME. Treatment of nonunion by compression. Clin Orth 1965; 43: 83-92.
6. Schemitsch EH, Richards R. The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults. J Bone Joint Surg 1992; 74 A: 1068-78.
7. Rosen H. Compression treatment of long bone pseudoarthroses. Clin Orthop 1979; 138: 154-66.
8. Stern PJ, Drury WJ. Complications of plate fixation of forearm fractures. Clin Orthop 1983; 175: 25-9.