

Anatomia patologica della pseudoartrosi di scafoide

A. Tulli, F. Fanfani, A. Pagliei, G. Taccardo, G. Merendi & F. Catalano.

Per pseudoartrosi si intende la mancata consolidazione di una frattura con perdita della capacità di consolidare spontaneamente.

Dal punto di vista classificativo, molto diffusa ed ampiamente accettata è la suddivisione di Ascoli in pseudoartrosi serrate e pseudoartrosi lasse, rivista da Monticelli (1955).

Nel caso delle fratture dello scafoide carpale l'aspetto morfologico delle pseudoartrosi è ovviamente diverso da quello delle ossa lunghe per le quali tale classificazione è stata coniata. Comunque, anche nello scafoide si possono riconoscere pseudoartrosi con prevalenti aspetti di riassorbimento ed elevata instabilità dei monconi, e casi nei quali i monconi ossei presentano scarsi fenomeni di riassorbimento ed una minore instabilità.

A queste vanno aggiunte quelle pseudoartrosi, interessanti il polo prossimale, che presentano un marcato addensamento, radiograficamente evidente, del frammento stesso, con notevole riduzione, nel tempo, delle dimensioni di quest'ultimo.

Nel nostro studio, abbiamo avuto modo di constatare che non sempre l'aspetto radiografico corrisponde al reale quadro anatomico-patologico, come vedremo meglio più avanti.

Caratteristica della pseudoartrosi di scafoide è quella di essere intra-articolare.

Nella nostra casistica sono stati studiati, tramite prelievi interessanti i due frammenti e l'eventuale tessuto interposto, 20 casi di pseudoartrosi di scafoide dei quali 11 si presentavano radiograficamente ed intra-operatoriamente con i caratteri della pseudoartrosi lassa, mentre 9 casi si presentavano radiograficamente e macroscopicamente con i caratteri della pseudoartrosi serrata.

Degli 11 scafoidi con i caratteri radiografici della pseudoartrosi lassa, 3 mostravano un addensamento radiograficamente evidente del frammento prossimale, addensamento che spesso viene interpretato come segno di necrosi ossea con crollo secondario delle trabecole necrotiche e successiva deposizione di sali di calcio.

Sono stati inoltre studiati 4 scafoidi in pseudoartrosi di vecchia data con asportazione in toto dello scafoide nel corso di un intervento di resezione della filiera prossimale del carpo.

Le pseudoartrosi con piccolo frammento polare non sono state riportate in questo lavoro, data l'esiguità dei casi studiati (4) e la mancanza di preparati istologici di



Figura 1. Pseudoartrosi polare con piccolo frammento prossimale, a 10 anni dal trauma. Clinicamente, dolenzia incostante del polso. Si può notare, nella proiezione A:P., la riduzione in altezza della colonna scafoide-trapeziotrapezoide, ed in proiezione L:L: la iperestensione del semilunare e la flessione dello scafoide, presenti anche in questi radiogrammi standard.

buona qualità, in quanto l'asportazione in toto del frammento polare non si è mai resa necessaria ai fini terapeutici. L'aspetto radiografico del piccolo frammento prossimale mostrava in tutti i casi



Figura 2. Pseudoartrosi lassa a 2 anni dal trauma. In proiezione L.L., si nota la iperestensione del semilunare, accompagnato dal frammento prossimale dello scafoide. Il contorno delle due ossa è stato marcato per rendere meglio evidenti le deformità secondarie.

un addensamento di quest'ultimo, unitamente ad una instabilità scafo-lunare con iperestensione del semilunare, evidenziabile anche in radiogrammi non eseguiti sotto stress.(Fig. 1).

Un aspetto radiografico di flessione del frammento distale scafoideo e di più o meno accentuata iperestensione del semilunare era presente anche nei casi di pseudoartrosi lassa al 3° medio(FIG 2). Per quanto riguarda i casi di pseudoartrosi serrata, la instabilità in DISI del complesso scafo-lunare era presente in soli 4 casi, e risultava sempre di modesta entità.

Tutti i frammenti sono stati studiati istologicamente previa colorazione con Ema-tossilina-Eosina e Tricromica di Masson. La tricromica di Masson offre il vantaggio di poter distinguere il collagene di



Figura 3. Pseudoartrosi serrata a 3 anni dal trauma. A) RX in A.P. standard. B) RX in A.P. con massima deviazione ulnare del polso: non si osserva allargamento della rima di pseudoartrosi. C) Preparato istologico del tessuto presente fra i monconi di pseudoartrosi. Colorazione E.E. Sulla sinistra della microfotografia, si nota il tessuto fibro-cartilagineo interposto fra i monconi di pseudoartrosi che presenta fibre perpendicolari alla superficie ossea, ed è attraversato (freccia A) da fessure trasversali. Il tessuto osseo del moncone, evidente sulla destra, appare comunque ben vascolarizzato (la freccia B indica un vaso). D) A maggiore ingrandimento, si notano i fibro-condrociti ben differenziati e, sulla destra, il tessuto osseo vitale (le frecce indicano cellule osteocitarie con nucleo ben rappresentato).

tipo 1, caratteristico della fibrocartilagine sottoposta prevalentemente a forze di trazione e che appare colorato in verde scuro-rosso, da quello di tipo 2 caratteristico della fibrocartilagine sottoposta prevalentemente a forze in compressione e di taglio, colorato in verde chiaro (Benjamin 1986).

I casi con pseudoartrosi serrata (FIG 3) presentavano una interposizione prevalen-

temente fibrosa e scarsamente fibrocartilaginea fra i frammenti; nell'ambito di tale callo fibroso erano sempre presenti fessure ad andamento parallelo alle superfici di contatto fino a costituire vere e proprie cavità. Il quadro depone per un tessuto fibroso sottoposto a forti sollecitazioni meccaniche con possibilità di transizione verso una pseudoartrosi lassa, come osservato anche da altri Autori a proposito delle pseudoartrosi delle ossa lunghe (Milgram 1991). I capi ossei non presentavano istologicamente fenomeni di necrosi in atto o pregressa.

In 3 dei casi di pseudoartrosi lassa da noi studiati, abbiamo avuto modo di osservare quadri istologici di transizione fra pseudoartrosi lassa e pseudoartrosi serrata. Tali quadri presentavano monconi ossei

uniti da tralci fibrosi assai assottigliati, in via di riassorbimento, come confermava la estrema scarsità di elementi cellulari nell'ambito dei tralci fibrosi. (FIG. 4)

I casi con pseudoartrosi lassa strutturata, definita da alcuni autori "pseudoartrosi vera" o "neoartrosi", presentavano superfici di contatto prive di continuità fibrosa, costituendo una neoarticolazione particolarmente ben definita nelle pseudoartrosi lasse vetuste. Le superfici della neoarticolazione erano fra loro macroscopicamente congruenti, con tendenza a realizzare una enartrosi, e risultavano rivestite da fibrocartilagine ben differenziata nella quale i tralci fibrosi partendo perpendicolarmente alle superfici ossee assumevano un andamento arcuato, facendosi quindi paralleli alle superfici fibrocartilaginee della neoartrosi. In prossimità dell'osso i condrociti

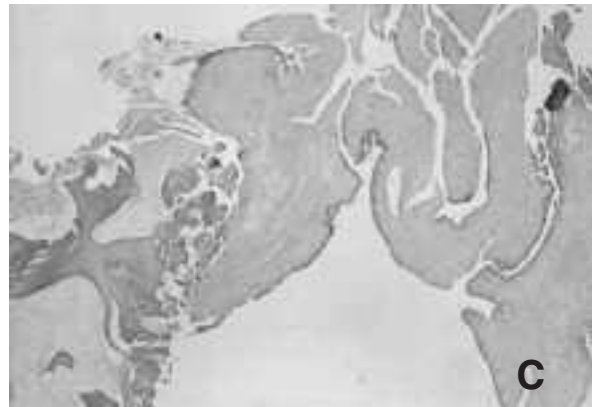


Figura 4. Pseudoartrosi lassa a 2 anni dal trauma. A): Rx in proiezione A.P. standard. **B):** Rx in proiezione A:P. in massima deviazione ulnare: si nota l'allargamento della rima di pseudoartrosi determinato dalla mobilizzazione dei frammenti. **C):** Esame istologico del tessuto interposto fra i due monconi di pseudoartrosi. Colorazione E.E. Si possono osservare tralci di tessuto fibroso interessati da processi di cavitazione, con componente cellulare assai scarsa: il quadro depone per una pseudoartrosi inizialmente stabile, in fase di transizione verso una pseudoartrosi lassa.

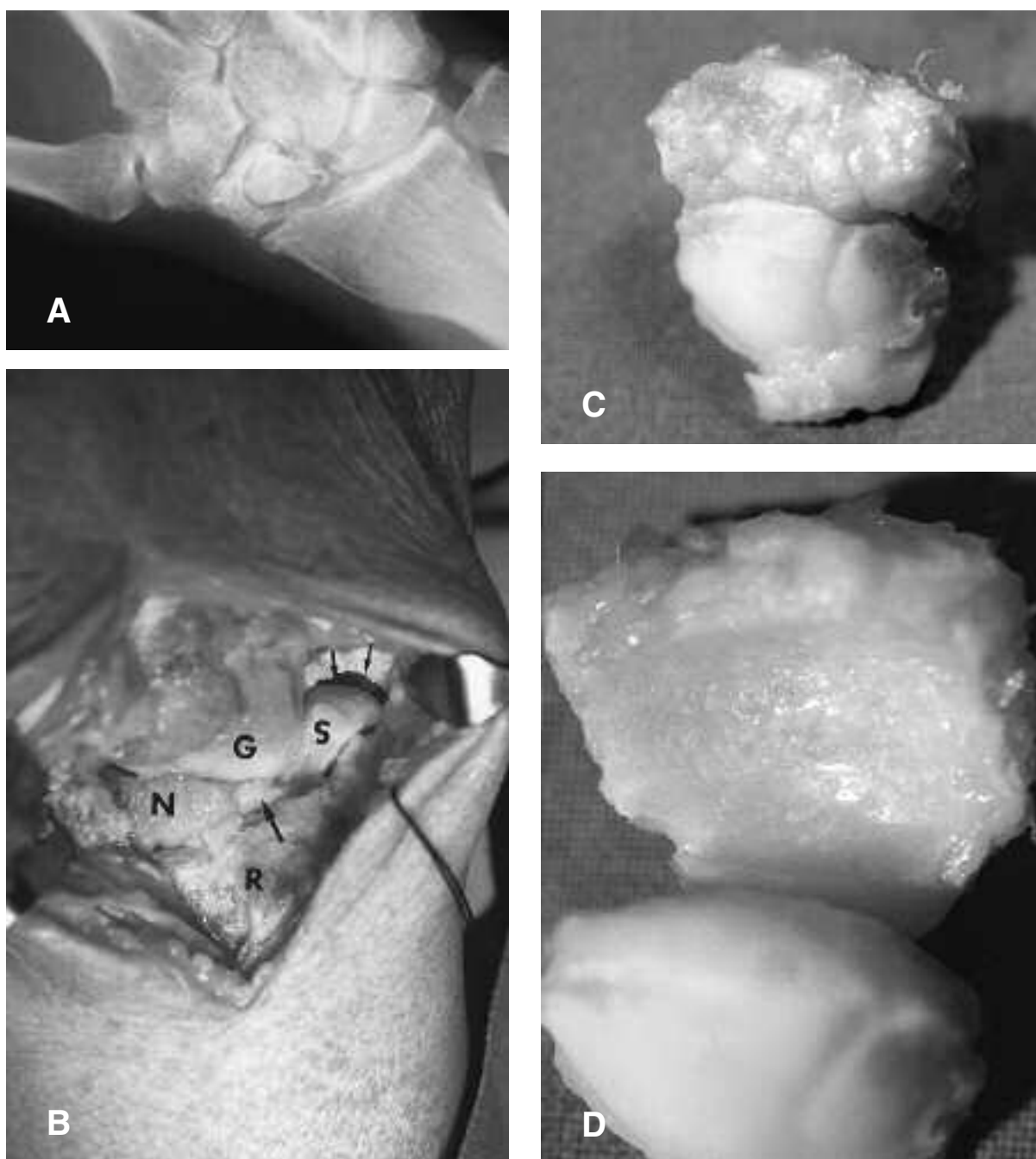


Figura 5. Pseudoartrosi lassa vetusta, a 10 anni dal trauma. Clinicamente, dolore ingravescente dall'epoca del trauma. A): Esame Rx in proiezione A.P. standard. Si possono notare la neo-articolazione con deformità in accorciamento dello scafoide, e la diastasi scafo-lunare con protrusione della testa del grande osso fra scafoide e semilunare. B): Fotografia intraoperatoria. Le ossa del carpo sono viste dal dorso. (S): frammento prossimale dello scafoide; le frecce piccole indicano il focolaio di pseudoartrosi, e sono adagiate sul frammento distale. (T): testa del grande osso, che sporge fra scafoide e semilunare (N); il legamento scafo-lunare interosseo (freccia grande) appare abnormemente disteso. (R): epifisi radiale. C): Stesso caso. Lo scafoide è stato prelevato in toto. D): Alla separazione dei due frammenti, appaiono le superfici articolari congruenti, levigate e rivestite di fibro-cartilagine traslucida.

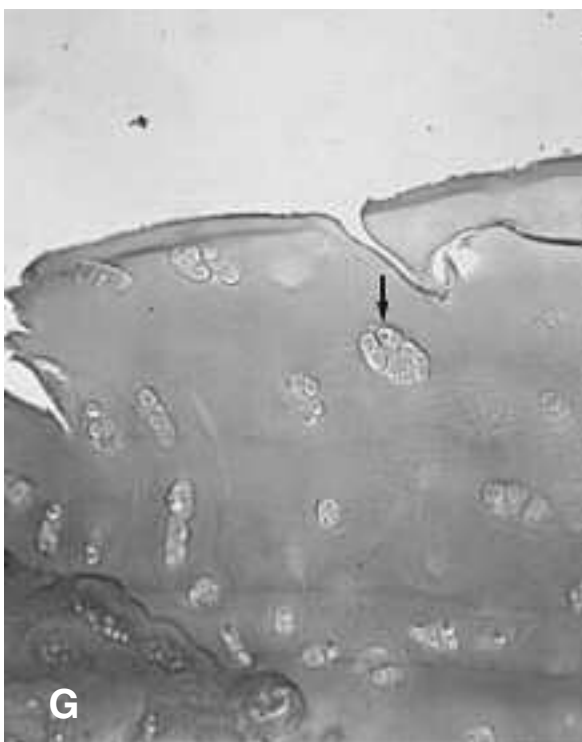
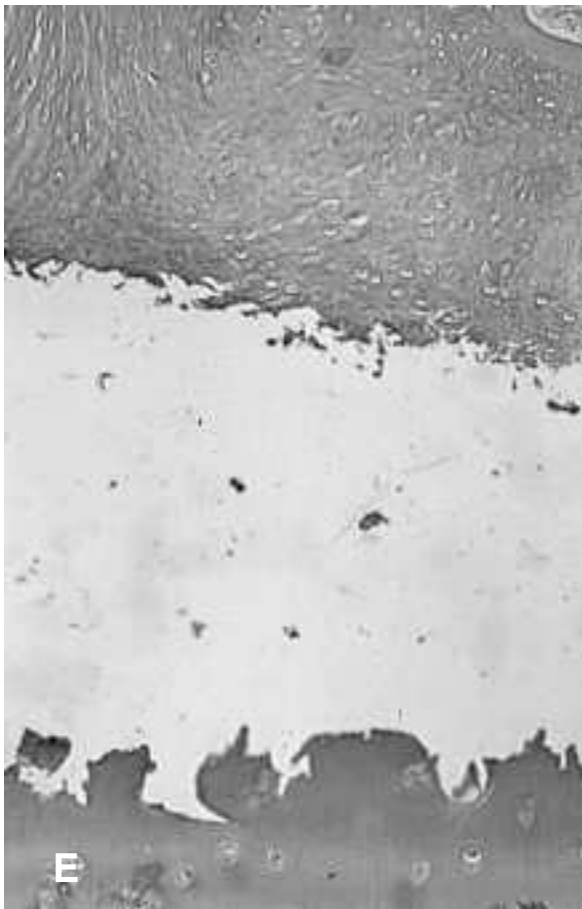


Figura 5. E): Esame istologico dopo inclusione dello scafoide in toto. Colorazione E.E.

Sono visibili entrambe le superfici articolari, rivestite di fibro-cartilagine ben differenziata, presentante peraltro erosioni e segni di degenerazione fibrillare superficiale. **F):** Stesso caso, colorazione Tricromica di Masson. La particolare colorazione evidenzia l'andamento dei fasci di fibre collagene, che tendono ad assumere un andamento arcuato avvicinandosi alla superficie di contatto, facendosi nel contempo più radi. In corrispondenza della superficie, si nota una globale disorganizzazione, non fisiologica, delle fibre. **G):** Stesso caso, colorazione E.E.: Si notano numerose capsule di corata, una delle quali è indicata dalla freccia, unitamente a profonde fissurazioni della fibro-cartilagine partenti dalla superficie.

apparivano affusolati, paralleli all'andamento dei fasci fibrosi, con scarsa sostanza fondamentale. In prossimità delle superfici di contatto, la sostanza fondamentale predominava sulle fibre che dive-

nivano meno distinguibili in presenza di condrociti rotondeggianti. Alla colorazione di Masson appariva evidente la riduzione di intensità del colore della fibrocartilagine, comunque verde, partendo dalle zone piu' profonde per giungere alle superfici di contatto, a testimonianza di un tessuto costituito prevalentemente da fibre collagene di tipo 2 diradantesi in prossimità delle superfici. Nel complesso l'architettura della fibrocartilagine appare essere simile a quella della cartilagine ialina di incrostazione e della fibrocartilagine articolare riparativa, configurando un tessuto altamente specializzato in grado di sopportare sollecitazioni di compressione e di ridurre gli attriti, pur non raggiungendo la efficienza biologica della cartilagine di incrostazione fisiologica, come dimostrano le erosioni presenti sulle superfici di contatto e la presenza di capsule di covata nella compagine della fibrocartilagine. (Fig. 5 E, Fig. 5 G)

Per quanto riguarda le cavità microgeodiche presenti in prossimità della superficie della neoarticolazione, radiograficamente evidenti, c'è da rilevare che tali cavità non risultavano essere, se non eccezionalmente, dei veri e propri geodi, ma apparivano per lo più riempite da tessuto fibroso.

A carico del tessuto osseo in prossimità delle superfici di contatto, pure osservandosi costantemente una sclerosi, non sono mai stati osservati, sia nelle pseudoartrosi lasse che in quelle serrate, fenomeni di necrosi avascolare, né pregressi crolli post-necrotici di trabecole ossee. (Fig. 6)

Il tessuto osseo appariva infatti costituito da spongiosa ben vascolarizzata provvista di osteociti vitali, come già osservato da altri Autori (Milgram 1991). La sclerosi ossea presente al di sotto delle superfici di contatto risultava costituita da tessuto

osseo vitale, con struttura non trabecolare ma osteonica ed osteoni ben rappresentati. Tali aspetti di sclerosi ossea non si limitavano alla sola superficie di contatto fra i frammenti, interessando, nel caso del frammento prossimale, anche l'osso sub-condrale della superficie articolare con il radio, a testimonianza della sofferenza locale legata alla incongruenza secondaria al disordine biomeccanico del complesso scafo-lunare.

In sostanza le nostre osservazioni lasciano pensare che la pseudoartrosi di scafoide sia dovuta principalmente alla instabilità dei frammenti, legata, come si è potuto constatare intraoperatoriamente, soprattutto all'azione del legamento radio-scafo-capitato (Allieu et al. 1988). (Fig. 7)

Nelle forme lasse tale instabilità riconosce come substrato anatomo-patologico un riassorbimento osseo nel focolaio di pseudoartrosi con costituzione di superfici fibrocartilaginee contrapposte, ma non contigue, congruenti, ma senza elementi fibrosi di stabilizzazione fra i monconi e con interposizione di liquido sinoviale. La estrema instabilità della neo-articolazione si traduce in una accentuata flessione del frammento distale, con riduzione in altezza dello scafoide. Come risulta evidente dalla Fig. 5 A, la riduzione in altezza dello scafoide carpale induce un globale sconvolgimento dei rapporti articolari intercarpici. La forza di carico assiale sviluppata dalla testa del grande osso si esercita in tali condizioni prevalentemente sul semilunare e sulla giunzione scafolunare, essendo venuto a mancare l'appoggio sul polo prossimale dello scafoide. Nel tempo, si produce una diastasi scafo-lunare condizionata dal cedimento del leg. scafo-lunare interosseo, il quale appare infatti nella Fig. 5 B, intraoperatoria, abnormemente



FIG. 6): Pseudoartrosi lassa a due anni dal trauma. A): Esame Rx in A.P. standard. Si può notare, in prossimità della superficie di contatto del frammento distale, la presenza di piccole aree osteolitiche, mentre il frammento prossimale presenta un addensamento più evidente in corrispondenza della superficie di contatto. B): Esame Rx in A.P. in massima deviazione ulnare, evidenziante la diastasi dei frammenti (freccia). C): Preparato istologico comprendente una delle aree osteolitiche evidenti radiograficamente. Colorazione E:E. Si osserva tessuto fibroso molto ben vascolarizzato. D): Preparato istologico comprendente l'area di addensamento evidente radiograficamente sulla superficie di contatto del frammento prossimale. Colorazione E:E. Si può osservare tessuto osseo vitale, di tipo osteonico, con un quadro che depone per una sclerosi ossea.

allungato. Nelle pseudoartrosi serrate, che risultano meno instabili, il riassorbimento osseo risulta scarso, non si organizzano vere superfici fibrocartilaginee ma si assiste al passaggio di tralci fibrosi stabilizzanti da un moncone all'altro; come abbiamo già visto, tuttavia, la entità delle sollecitazioni meccaniche può nel tempo condizionare la trasformazione di una pseudoartrosi serrata in una lassa. Il confronto fra aspetti anatomo-patologici ed esami radiografici ha mostrato che la radiografia in proiezione antero-posteriore con polso in massima deviazione ulnare risulta essere il test più affidabile nel distinguere una pseudoartrosi stabile da una instabile: ad una assenza di allargamento della rima di pseudoartrosi nei radiogrammi sotto stress corrispondeva infatti sempre un quadro anatomo-patolo-

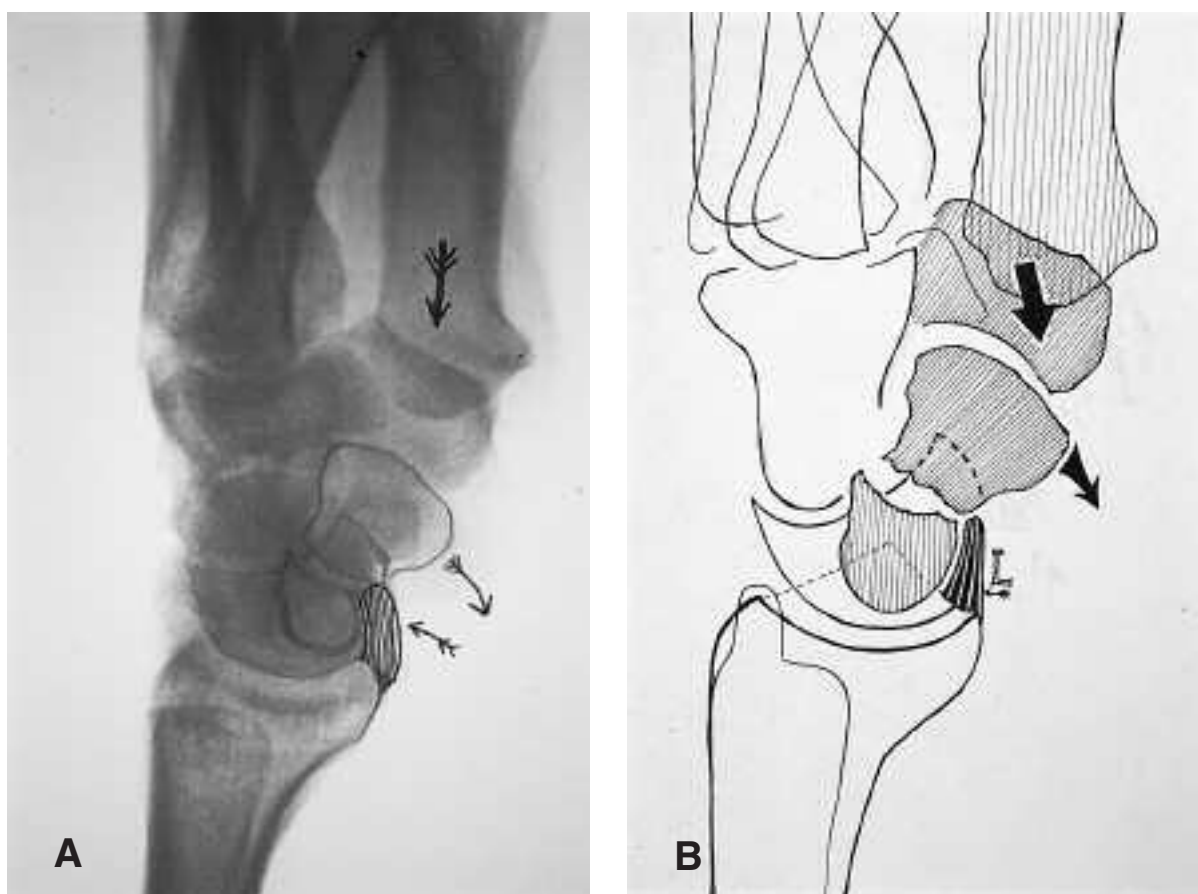


Figura 7. A): Stesso esame Rx della FIG 2), relativo ad una pseudoartrosi lassa, a 2 anni dal trauma. La freccia grande indica la direzione della risultante delle forze applicate sul trapezio; le frecce piccole evidenziano la componente in flessione trasmessa al frammento distale dello scafoide e l'azione del legamento radio-scafo-grand'osso, che si oppone alla flessione del frammento prossimale. Il legamento è rappresentato con linee nere. B): Lo schema tratto dalla FIG 7 A illustra meglio il meccanismo di scomposizione della pseudoartrosi di scafoide.

gico di pseudoartrosi serrata, senza segni di evoluzione verso una pseudoartrosi lassa.

Dal confronto fra i dati anatomo-patologici e quelli clinico-radiografici, si desume che le pseudoartrosi serrate risultano clinicamente più stabili, meno sintomatiche e sicuramente meno artrosizzanti.

Nella nostra esperienza chirurgica di trattamento della pseudoartrosi instabile con intervento di Matti-Russe abbiamo talvolta assistito alla stabile scomparsa della sintomatologia dolorosa pur in presenza di

una mancata consolidazione dell'innesto. Reputiamo, alla luce delle acquisizioni anatomo-patologiche, che tale evento sia da ricondurre alla trasformazione, ad opera dell'intervento, di una pseudoartrosi lassa in una pseudoartrosi stabile e serrata.

In conclusione, gli aspetti anatomo-patologici delle pseudoartrosi di scafoide da noi esaminate fanno pensare che il momento patogenetico principale nella mancata consolidazione del focolo di frattura sia costituito dalla instabilità dello



Figura 8. Pseudoartrosi stabile a tre anni dal trauma. A): Esame Rx in A.P. standard. B) Esame Rx in A.P. in massima deviazione ulnare. Non si osserva una mobilizzazione significativa dei frammenti, con aumento della rima di pseudo-artrosi.

stesso focolaio, e non da fenomeni di necrosi per insufficienza vascolare a carico del frammento prossimale. Tale tesi è confermata dal caso illustrato nella Fig. 9 relativo ad una pseudoartrosi instabile a 17 mesi dal trauma, evoluta in guarigione grazie alla sola stabilizzazione con vite di Herbert, senza ricorrere ad innesto osseo. Fanno ovviamente eccezione le pseudoartrosi con piccolo frammento prossimale polare, nelle quali è legittimo pensare ad una necrosi avascolare del frammento. Tuttavia, anche in questo caso la sintomatologia dolorosa e l'artrosi secondaria ci sembrano legate più alla instabilità del complesso scafo-lunare che alla presenza

del piccolo frammento necrotico, interessante una porzione limitata della superficie articolare scafoidea ma recante le inserzioni dell'importante legamento scafo-lunare interosseo. Va inoltre osservato che l'aspetto addensato presente spesso radiograficamente a carico sia del frammento distale che di quello prossimale non necessariamente corrisponde a fenomeni di necrosi ossea: il più delle volte, infatti, tali aspetti radiografici sembrano legati alla sclerosi subcondrale in un osso ricoperto per larga parte da superfici articolari, le quali in caso di pseudoartrosi vengono sottoposte a sollecitazioni meccaniche abnormi.

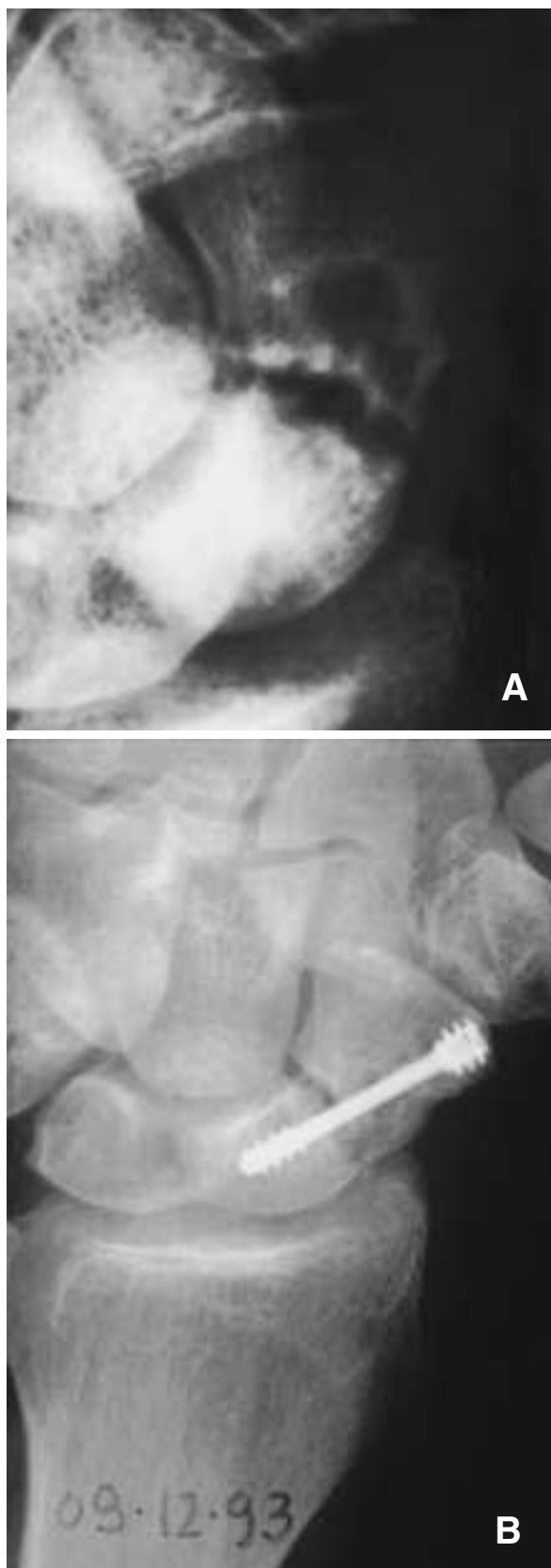


Figura 9. Pseudoartrosi instabile a 17 mesi dal trauma. A): Esame Rx preoperatorio in massima deviazione ulnare: si nota la diastasi dei frammenti, dei quali il distale presenta area osteolitica. B): Esame Rx postoperatorio, che dimostra la avvenuta osteosintesi con vite di Herbert. C): Esame Rx a 90 giorni dalla osteosintesi: la pseudoartrosi risulta consolidata.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Allieu Y., Benichou M., Touchais S.: "Fractures du scaphoïde carpien". In E.M.G 14046 B(10); 41988.
- Alnot JY.: "Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. Les fractures et pseudarthroses polaires proximales type I". Revue de Chir. Orth. et Reparat. App. Mot. 74(8): 740-3; 1988.
- Alnot JY.: "Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. Les differents stades de pseudarthrose". Revue de Chir. Orth. et Reparat. App. Mot. 74(8): 714-7; 1988.
- Alnot JY.: "Les pseudarthroses avec fragment proximal necrose et les arthroses radiocarpiennes globales. Introduction". Revue de Chir. Orth. et Reparat. App. Mot. 74(8): 731; 1988.
- Alnot-JY; Bleton-R.: "[Resection of the proximal carpal bones in the sequelae of scaphoid fractures]". Ann-Chir-Main-Memb-Super. 11(4): 269-75; 1992.
- Andreasi A.: "Inquadramento e trattamento chirurgico delle pseudoartrosi di scafoide carpale." Archivio Putti di Chirurgia degli Organi di Movimento 35: 225-38; 1985.
- Benjamin M., Evans EJ., Copp L.: "The histology of tendon attachment to bone in man". Journal of Anatomy: 149, 89- 100; 1986.
- De Palma AF., Rothman RH.: "The nature of pseudoarthrosis". Clin. Orth. 59: 113-118, 1968.
- Dickson RA., Leslie.: "Traitment orthop,dique des fractures du scaphoïde carpien". In G.E.M. "Le poignet", 88-95,
- Fisk GR.: "Traitment des pseudarthroses du scaphoïde carpien par greffe cuneiforme". In G.E.M. "Lepiognet", 109-112,
- Heggeness HM., Esses SI., Mody DR.: "A histologic study of lumbar pseudoarthrosis". Spine, Vol 18(8), 1016-20, 1993.
- Mc Laughlin HL.: "Fracture of the carpal navicular (scaphoid) bone". The Journal of Bone and Joint Surgery vol 36-A, N^ 4, 765-74, July 1954.
- Milgram-JW. : "Nonunion and pseudoarthrosis of fracture healing. A histopathologic study of 95 human specimens". Clin-Orthop. Ju1(268): 203-13; 1991.
- Monticelli G., Boni M.: "Pseudoartrosi". In Callo osseo normale e patologico. Atti Congresso SIOT N^ XL, 338-400, ROMA 1955.
- Razemon JP.: "Traitment chirurgical des pseudarthroses du scaphoïde carpien par l'operation de Matti-Russe" . In G.E.M. "Le poignet", 101 - 107,
- Russe O.: "Fracture of the carpal navicular". The Journal of Bone and Joint Surgery vol 42-A, N^ 5, 759-68, July 1960
- Trigaux JP., Malghem J., Dewispelaere JF., Chaput A., Decloedt P., Maldague B.: "L'imagerie medicale dans la pseudoarthrose tibiale". Acta Orth. Belg., Vol 58 Suppl. 1, 1992.