

Osteosintesi percutanea delle fratture di polso secondo Crenshaw-Mah

Crenshaw-Mah percutaneous pinning of wrist's fractures

ROSATI M., CANTINI G., LISANTI M.

Parole chiave: polso, fratture, osteosintesi percutanea

Key words: wrist, fractures, percutaneous pinning

SUMMARY

The authors analyze results obtained in a series of 55 wrists' fracture treated by percutaneous pinning according to Crenshaw-Mah technique and casting. After manipulative reduction two Kirschner wires are inserted through the radial styloid. When punch fragment is unstable at X-ray evaluation the authors used a 3rd Kirschner wire as Fernandez stated. The authors used Frykman's radiographic classification. The patients were evaluated according to Castaing's clinical criteria and X-ray rating (static and dynamic). Average consolidation time was 40 days. Best results were obtained in metaphyseal fractures and when there were no ulnar fractures at the same time. This kind of osteosynthesis was stable and easy to perform; this technique, like other closed ones, is not indicated when reduction is impossible to perform.

INTRODUZIONE

Presso la 2^a Clinica Ortopedica dell'Università di Pisa vengono utilizzate diverse tecniche per il trattamento delle fratture di polso, quali l'apparecchio gessato, l'osteosintesi percutanea con fili di Kirschner ed apparecchio gessato, il fissatore esterno con fili di Kirschner, le placche a mensola. Riteniamo, in accordo ad altri autori (1), che l'osteosintesi percutanea con fili di Kirschner, quando la frattura sia riducibile a cielo chiuso, abbia ancora ragione di venire utilizzata. Abbiamo sottoposto a revisione la nostra casistica operatoria per definire al meglio i limiti di utilizzo di questa tecnica e precisare così quali sono le fratture dove possano avere risultati ottimali.

MATERIALE E METODO

Presso la nostra Clinica le fratture di polso vengono trattate in modo diverso seguendo l'algoritmo di Fernandez (2): in caso di fratture composte e stabili si effettua il trattamento con apparecchio gessato; in caso di fratture scomposte semplici se è possibile la riduzione e se essa si dimostra stabile al controllo radiografico dopo confezione di apparecchio gessato e ad un nuovo controllo a sette giorni, si esegue sempre trattamento incruento; in tutte le altre condizioni (frattura pluriframmentata, frattura instabile) si sceglie il trattamento cruento con strategie diverse (fili di Kirschner percutanei e gesso, fissatore esterno con fili, placche a mensola) in relazione al quadro anatomico-patologico.

Nodo cruciale dunque è la definizione di stabilità della riduzione ottenibile dopo confezione di apparecchio gessato: a questo scopo utilizziamo i criteri di La Fontaine (3) (Tabella 1).

Molte tecniche di infibulo percutaneo sono state proposte negli anni (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15), e, secondo noi, la scelta all'interno di queste deve basarsi sulla soddisfazione da parte della geometria della osteosintesi dei seguenti postulati:

1. possibilità di rendere stabile una frattura instabile
2. minime complicanze provocate dai fili di Kirschner (lesioni nervose, vascolari, tendinee; migrazione e/o rottura dei fili; decubiti cutanei)
3. risparmio della superficie articolare del radio.

Proprio per questo abbiamo scelto tra le tante tecniche quella descritta da Crenshaw (16) nel 1982 che consiste nella stabilizzazione della frattura con 2 fili di Kirschner paralleli tra loro, infissi dalla stiloide radiale, che vanno ad attingere alla corticale sul lato ulnare del radio, prossimalmente alla frattura (Fig. 1). Di tale tecnica non esisteva alcuna revisione casistica fino a quella pubblicata da Mah ed Atkinson nel 1992 (17). Di questa tecnica ci attraeva la semplicità di esecuzione ed abbiamo pensato di sperimentarla per verificarne i risultati. Fin dall'inizio ci siamo anche resi conto che la presa su 4 punti diversi di corticali

contrapposte era assoluta garanzia di stabilità nelle fratture metafisarie e che il montaggio richiedeva pochi minuti se si aveva l'accortezza di infiggere la stiloide radiale mantenendo il trapano parallelo al terreno ed orientato a 45° rispetto all'asse longitudinale del radio: con una angolatura minore spesso non si riesce a perforare la corticale sul lato ulnare prossimalmente alla frattura, ed il filo tende a scivolare in sede endomidollare.

Il paziente è stato sempre trattato in anestesia di plesso, solo in caso di politraumatizzati è stata effettuata l'anestesia generale; la riduzione viene effettuata con trazione manuale avendo cura di ricreare nel miglior modo possibile l'inclinazione radiale e l'inclinazione volare della epifisi distale del radio. La qualità della riduzione ottenuta nelle due proiezioni viene controllata sotto amplificatore di brillantezza. Si procede quindi alla osteosintesi con 2 fili di Kirschner del diametro di 1.2 o 1.5 mm, introdotti come già detto. Una volta stabilizzata la frattura si piegano i fili e si tagliano, avendo cura di rivolgerne l'estremità ben discosta dalla cute, si imbottiscono, e quindi nella confezione del gesso si mantiene il polso lievemente ulnarizzato, al fine di evitare decubiti cutanei. La scelta tra gesso alto o basso si basa sull'età, sulla qualità dell'osso e sulla anatomia patologia della lesione: in caso di soggetti giovani, di fratture metafisarie, con osso di buona consistenza, si può applicare un guanto gessato; nelle altre condizioni è preferibile un apparecchio gessato brachio-metacarpale al fine di evitare perdite di riduzione.

Con questa tecnica nel periodo 1994-1998 abbiamo trattato presso la 2ª Clinica Ortopedica dell'Università di Pisa 61 fratture di polso, e di queste è stato possibile revisionarne 55 (37 maschi, 18 femmine), con età media al momento del trauma di 48,7 anni (min. 7 max 76), ed un follow-up medio di 32 mesi (min. 9, max 68 mesi).

29 fratture venivano riportate in cadute accidentali, 16 in incidente stradale, 10 in incidente sportivo. In 2 casi la frattura era esposta, in 3 casi associava una frattura pertrocanterica in 2 casi frattura di avambraccio, in due casi frattura di scafoide, in due casi si trattava di pazienti politraumatizzati, in un caso frattura di scapola, in un caso frattura tipo Bennet del 1° metacarpo.

Nel corso del trattamento di queste fratture abbiamo osservato una certa difficoltà a ridurre il punch fragment nelle fratture intrarticolari, ed in tal caso con un mini-open dorsale tra 4° e 5° raggio con un filo di Kirschner o con una leva, ci siamo aiutati nella riduzione (Fig. 2). Sempre per tale tipo di frattura associamo in alcuni casi (i più instabili) un filo trasversale a solidarizzare al meglio la frattura, come già proposto in passato da Fernandez (8, 9) (Fig. 1b).

Tabella 1 - Criteri di stabilità ed instabilità nelle fratture dell'estremo distale del radio secondo La Fontaine (1989)

	Instabile	Stabile
Angolazione dorsale	>20°	<5°
Accorciamento	>5 mm	<2 mm
Comminuzione	+	-
Sede intrarticolare	+	-
Frattura dell'ulna	+	-
Età	>60 aa	<60 aa

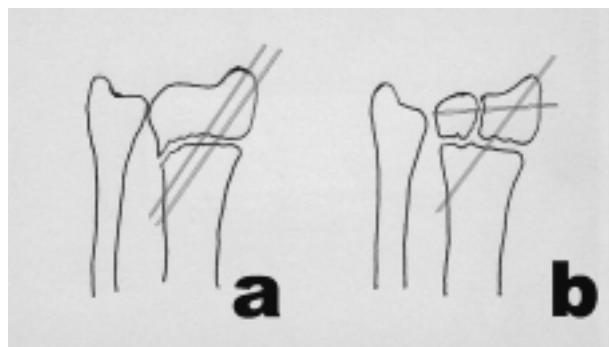
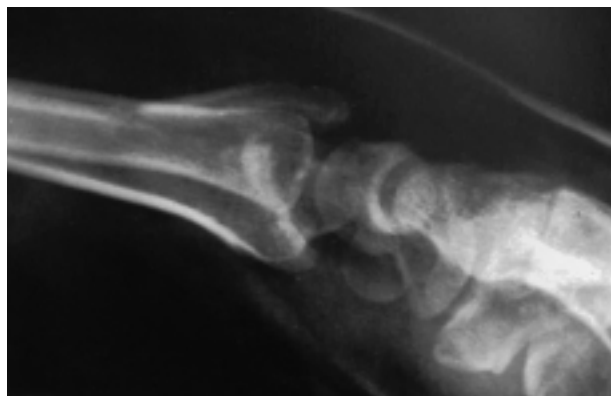


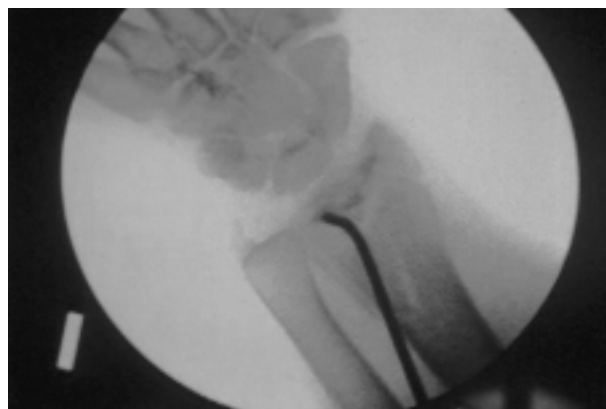
Fig. 1 - Schema raffigurante l'osteosintesi secondo Crenshaw-Mah (a) e con un filo trasversale sec. Fernandez (b) per stabilizzare il punch fragment.



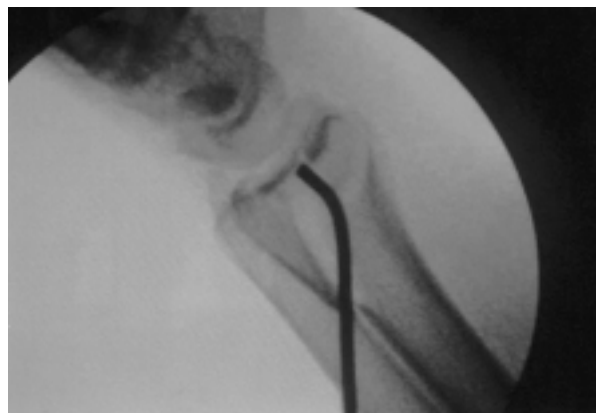
a)



b)



c)



d)

Fig. 2 - a, b) Frattura tipo 4 di Frykman con infossamento del punch-fragment; c, d) la cui riduzione spesso è possibile solo con una leva introdotta attraverso un miniaccesso dorsale tra 4° e 5° tunnel estensorio.

Per inquadrare le fratture nel corso del nostro studio abbiamo fatto riferimento a diverse classificazioni (AO, Cooney, Melone, Frykman) (18, 19, 20, 21) e forse per schematicismo è più semplice, ai fini della nostra esposizione, utilizzare la classificazione di Frykman (Fig. 3): la suddivisione per tipi di frattura è riportata in Tabella 2.

Per la valutazione dei risultati funzionali abbiamo fatto riferimento alla scheda di valutazione di Castaing (22) (Tabella 3), e sono state segnalate le complicanze insorte a distanza, come le sindromi canalicolari, le eventuali lesioni vascolari o nervose da imputare all'utilizzo dei fili di Kirschner, il dolore o la tumefazione sulla articolazione radio-ulnare distale.

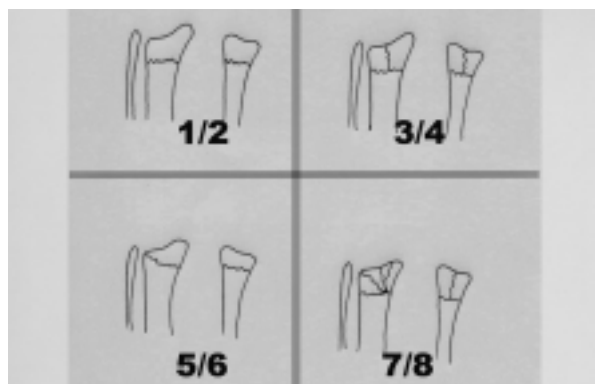


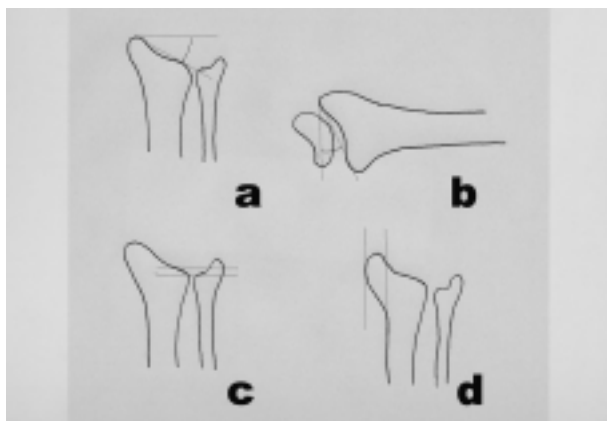
Fig. 3 - Classificazione di Frykman: tipo 1 frattura metafisaria extrarticolare del radio; tipo 2 associata a frattura dell'ulna; tipo 3 frattura con interessamento della articolazione radiocarpica; tipo 4 associata a frattura dell'ulna; tipo 5 frattura con interessamento della articolazione radioulnare distale; tipo 6 associata a frattura dell'ulna; tipo 7 frattura con interessamento della radiocarpica e della radioulnare; tipo 8 associata a frattura dell'ulna.

Tabella 2 - Suddivisione epidemiologica per tipi di fratture secondo Frykman.

Tipo	N. casi	Età media
1	7	38,7
2	13	48,6
3	6	46,5
4	1	30
5	4	57
6	8	43,2
7	8	53,3
8	8	54,1

Tabella 3 - Criteri funzionali di valutazione secondo Castaing

<i>Dolore</i>			
no			6
Modesto			5
Funzione normale con dolore			4
Movimenti normali, lavoro no			3
Interferisce attività quotidiane			2
Mano inutilizzabile			1
<i>Forza</i>			
Normale			6
Lievemente diminuita			5
Diminuita			4
Presa impossibile			3
Normali movimenti, no presa			2
Mano inutilizzabile			1
<i>Escursione articolare</i>			
Normale			6
Flesso estensione	90°	Pronosupinazione 160°	5
Flesso estensione	60°	Prono supinazione 110°	4
Flessoestensione	45°	Prono supinazione 60°	3
Flessoestensione	30°	Pronosupinazione 60°	2
Polso rigido	1		

**Fig. 4** - Indici radiografici esaminati nel corso dello studio
a) radial tilt v.n. 25°;
b) volar tilt v.n. 10°;
c) ulnar variance v.n. 2 mm;
d) radial translation v.n. <12 mm.

Di tutti i pazienti abbiamo poi fatto una valutazione radiografica statica e dinamica. Sono stati misurati radial tilt, volar tilt, ulnar variance e radial translation (Fig. 4) prima dell'intervento, al controllo radiografico postoperatorio, alla rimozione dei fili, al follow-up.

In tutti i casi sono stati ricercati segni radiografici statici di instabilità (dissociazione scafo-lunata, dissociazione luno-piramidale, DISI, VISI) e, sempre allo stesso scopo, tutti sono stati valutati sotto scopia al follow-up con i test di inclinazione radiale, inclinazione ulnare, compressione del pugno, ulnar translocation globale-lunata.

RISULTATI

I risultati funzionali ottenuti in base alla valutazione clinica proposta da Castaing per gruppi di fratture classificate secondo Frykman sono riportati in Tabella 4. E' interessante osservare che i migliori risultati sono stati riportati nelle fratture metafisarie (tipo 1 secondo Frykman), ed in ogni caso nelle fratture dell'estremo distale del radio che non si associavano alla frattura dell'ulna (Fig. 5).

Nel 18% dei casi si sono sviluppate sindromi canalicolari in fase irritativa (sindrome del tunnel carpale, compressione dell'ulnare al polso), e più spesso nelle fratture pluriframmentate. L'irritazione transitoria del 2° ramo sensitivo del nervo radiale si è verificata in un solo caso, risolvendosi completamente nell'arco di 3 settimane.

La consolidazione radiografica è avvenuta in media a 40,6 giorni (min. 30, max 70). I fili hanno dimostrato una buona tenuta: nel 50% dei casi le radiografie postoperatorie ed immediatamente precedenti alla rimozione non hanno dimostrato modificazioni, nel restante 50% dei casi si osservava una perdita media di 2° sul radial tilt e di 4° del volar tilt, legate forse in molti casi a diversità nelle proiezioni radiografiche. In ogni caso non si è mai registrata migrazione dei fili, né frammentazione dei frammenti per l'infissione dei fili di Kirschner, tanto che non ci sentiamo di imputare al

Tabella 4 - Risultati funzionali dei diversi tipi di frattura secondo la scheda di valutazione di Castaing.

Tipo	Punti
1	17,8
2	17,5
3	17,2
4	17
5	16,5
6	16,3
7	16,1
8	16

mezzo di sintesi l'eventuale evoluzione negativa di alcuni casi.

Da un punto di vista radiografico abbiamo osservato che il radial tilt veniva sempre ricostruito, così come il radial translation, e l'ulnar variance, anche per le fratture 7 ed 8 secondo Frykman (Fig. 6): gli indici radiografici visualizzabili nelle proiezioni in anteroposteriore quindi di solito non creavano problemi. Viceversa il volar tilt non sempre veniva ricostruito in maniera ottimale: i migliori risultati si avevano nelle fratture tipo 5,7, ed 1, i peggiori nelle fratture 3,6 ed 8 (Fig. 7).

Accoppiando la valutazione clinica e funzionale a quella radiografica ci accorgiamo che delle 15 fratture

con risultato funzionale < a 16 punti sui 18 ottenibili (pari al 27,2% di tutte le fratture esaminate) si osserva che nel 60% dei casi (9 su 15) la riduzione del volar tilt si allontana di oltre 5° rispetto al normale. uno scorretto allineamento comporterà perdita di escursione articolare e perdita di forza, per cui angolazioni dorsali superiori a 10° sono causa di gravi alterazioni biomeccaniche con deficit di forza e di escursione articolare (23).

Ed ancora, di queste 15 fratture con risultato mediocre, 7 di queste (46,6%) erano fratture esposte od associate a fratture di altri segmenti (frattura di scafoide, frattura di Bennet, frattura pertrocanterica, politraumatizzati) con grossi problemi nella corretta e



5 a)



5 c)



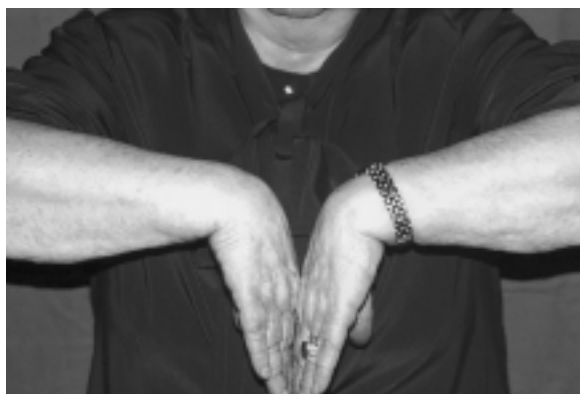
5 b)



5 d)



5 e)



5 h)



5 i)



5 f)



5 l)



5 g)

Fig. 5 - M.R., femmina, 72 anni.
 a, b) Frattura scomposta tipo 1 di Frykman.
 c, d) controllo radiografico postoperatorio
 e, f) quadro radiografico a 6 anni di distanza
 g, h, i, l) con completo recupero della escursione articolare

tempestiva esecuzione della riabilitazione alla rimozione dell'apparecchio gessato.

Il dolore sulla radio ulnare distale era prerogativa esclusiva delle fratture associate di radio ed ulna, nel 37,5% delle fratture tipo 2,4,6,8 tipo Frykman.

DISCUSSIONE

Le fratture di polso, così frequenti nella pratica clinica, sono spesso state trascurate negli anni passati, trattate talora sbrigativamente e con sufficienza, quasi

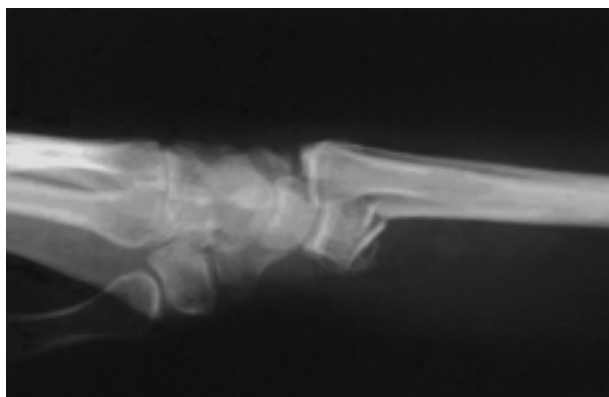
come una patologia di minor dignità. A partire dalla fine degli anni '60 alcuni studi retrospettivi con ampie casistiche hanno dimostrato che i cattivi risultati possono raggiungere il 30% dei casi (19, 21, 24). Fortunatamente la valutazione radiografica e quella clinica non sempre corrispondono strettamente: ad esempio Altissimi (25) osservava ad una revisione con lungo follow-up che nel trattamento incruento di 297 fratture di polso si registrava il 13% di cattivi risultati clinici accanto al 32% di cattivi risultati radiografici, e che vi era stretta correlazione solo per i peggiori allineamenti radiografici. Gli studi radiografici nella analisi



6 a)



6 c)



6 b)



6 d)



6 e)



6 f)



6 g)



6 h)



6 i)



6 l)

Fig. 6 - M.P., maschio, 33 anni.
 a, b) frattura tipo 3 sec. Frykman
 c, d) buona stabilizzazione secondo Fernandez
 e, f) ripristino completo della morfologia dell'estremo distale del radio
 g, h, i, l) con recupero completo della escursione articolare

delle fratture di polso sono sempre stati impietosi: l'incidenza radiografica di artrosi dopo frattura di polso sale al 65% se si osservano giovani adulti a lungo termine, e di questi il 93% con sintomatologia clinica (26).

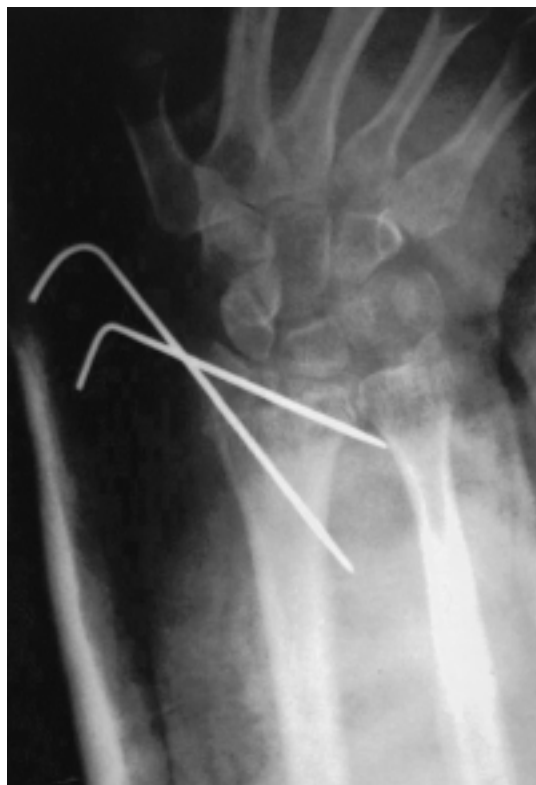
In effetti una predizione di risultato è difficile, per la difficoltà di poter uniformare le diverse classificazioni radiografiche con le lesioni associate, la qualità dell'osso ed il tempo impiegato per raggiungere la consolidazione, oltre alla volontà del paziente ad impegnarsi nella riabilitazione: Trumble (27) ha concluso che le classificazioni AO e di Melone rappresentano

un indice sufficientemente affidabile, cioè con l'aumentare del numero di frammenti e l'interessamento della superficie articolare del radio peggiora la prognosi.

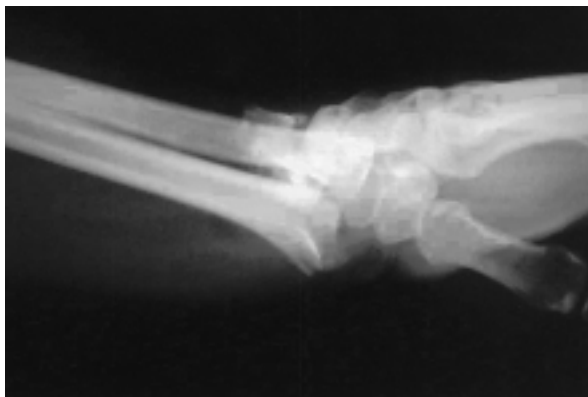
L'osteosintesi con fili di Kirschner ha da sempre rappresentato una scelta semplice, intuitiva, volta a rendere stabile la riduzione di una frattura instabile. Una obiezione mossa talora in passato alle tecniche percutanee era la possibilità di provocare lesioni nervose o tendinee: uno studio anatomico di Hochwald (28) dimostra che nel 32% dei casi i rami sensitivi del radiale vengono sfiorati ma non transfissi, senza lesio-



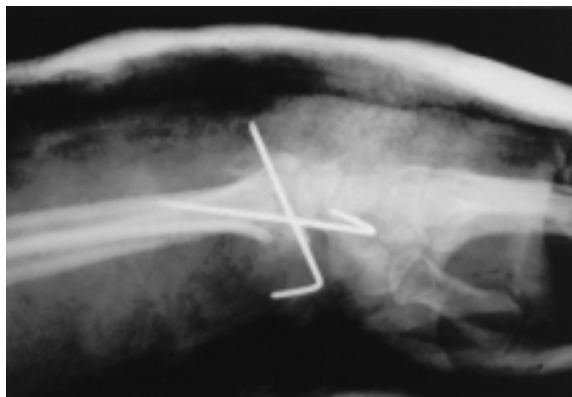
7 a)



7 c)



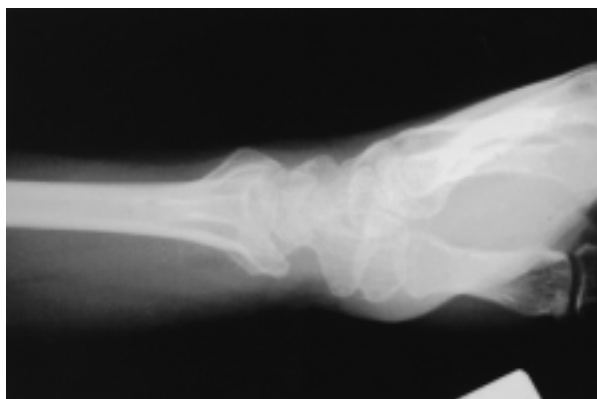
7 b)



7 d)



7 e)



7 f)



7 g)



7 h)

Fig. 7 - N.F, femmina, 54 anni
 a, b) frattura tipo 8 secondo Frykman
 c, d) buona riduzione al controllo radiografico postoperatorio con sintesi secondo Fernandez
 e, f) perdita di riduzione a 12 mesi
 g, h) con limitazione di alcuni gradi della flessione-estensione

ni tendinee, presenti invece nel 41% dei casi dove i fili sono inseriti al tubercolo di Lister 41%. Su questo argomento una revisione clinica ha dimostrato parestesie transitorie nel 14% dei casi, con scomparsa in tutti i casi entro 6 settimane (29). A nostro avviso la sede di infissione dei fili di Kirschner è di fondamentale importanza al fine di porci al riparo da lesioni iatrogene. Uno studio anatomico approfondito sulla tabacchiera anatomica dimostra che esiste una zona di sicurezza delimitata dalla stiloide radiale, dalla arteria radiale, dall'AbLP ed EBP, dal 2° ramo sensitivo del radiale con superficie di 0.68 cm² (30); il 2° ramo sensitivo del radiale si trova in media 8 mm dorsalmente all'AbLP, l'arteria radiale si trova in media a 7.5 mm di-

stalmente della stiloide radiale, esattamente sulla articolazione scapotrapietale. Proprio per questi motivi non abbiamo mai avuto necessità di rimuovere i fili per lesioni nervose iatrogene ai rami sensitivi del nervo radiale con infissione attraverso la stiloide radiale.

Il montaggio con 2 fili di Kirschner di 1.5 mm secondo Crenshaw/Mah è sufficientemente stabile. Come già dimostrato sperimentalmente (31) esso è solo lievemente di minor resistenza meccanica rispetto alla sintesi effettuata con due fili attraverso la stiloide ed uno introdotto attraverso l'angolo ulnare della epifisi radiale; il diametro dei fili di Kirschner di 1,5 da sufficiente stabilità al bending e solo per diametri clinicamente inutilizzabili (>2 mm) si avrebbe un consisten-

te incremento di resistenza alle torsioni. Da un punto di vista clinico la qualità e la consistenza dell'osso rappresentano variabili imprescindibili nella scelta della lunghezza del gesso. Empiricamente ci regoliamo così: nei pazienti oltre i 60 anni ed osteoporotici, o con fratture a più di due frammenti è preferibile un gesso braccio-metacarpale; in soggetti giovani, dalla buona resistenza meccanica e con fratture tipo 1 di Frykman è possibile applicare un guanto gessato.

La riduzione anatomica a cielo chiuso non sempre è agevole, soprattutto se si analizzano rigorosamente tutti gli indici di misurazione radiografica. Mentre la ricostruzione del radial tilt, dell' ulnar variance e della radial translation di solito non pongono problemi, molto più difficile è ricreare anatomicamente il volar tilt in accordo alla letteratura (19, 32, 33, 34) ed alla nostra casistica.

La possibilità di ridurre a cielo chiuso il punch-fragment è bassa, circa il 50% secondo alcuni autori (26, 34), forse maggiore associando la tecnica di riduzione con mini open dorsale descritta da Fernandez (2), ma sicuramente non è sempre agevole. In questi casi se non si riesce ad ottenere una riduzione ottimale è meglio passare alla riduzione a cielo aperto (2, 8, 33, 34). Se viceversa si riesce ad ottenere una buona riduzione è consigliabile associare un filo di Kirschner trasversale a solidarizzare al meglio la frattura (8, 9)(Fig. 6).

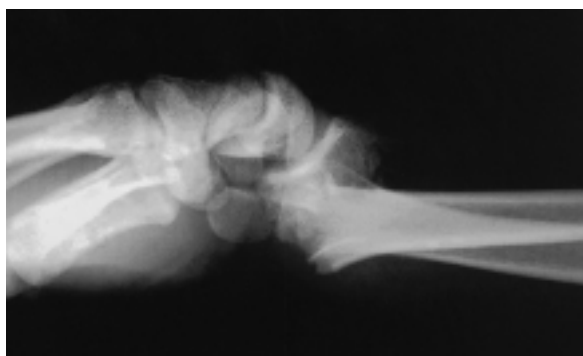
Quando si associa la frattura dell'ulna (tipo 2, 4, 6, 8 secondo Frykman) aumenta la percentuale di casi con instabilità legamentosa e peggiorano i risultati funzionali. Ad esempio nelle fratture tipo 8 si è registrata la comparsa nel 50% dei casi di sindromi canalicolari, nel 37,5% dei casi di dolore sulla radio-ulnare



8 a)



8 c)



8 b)



8 d)



8 e)



8 f)

Fig. 8 - L.F., maschio, 17 anni
 a, b) frattura tipo 1 secondo Frykman
 c, d) buona riduzione e stabilizzazione sec. Crenshaw/Mah, con scarso interessamento delle cartilagini di accrescimento da parte dei mezzi di sintesi
 e, f) buon risultato a distanza, senza alterazioni dell'accrescimento

distale, e nel 25% dei casi di instabilità legamentosa. Il dolore sulla radio-ulnare distale è più frequente nelle fratture associate ad instabilità carpale ed a diastasi della radio-ulnare distale, lesioni che si verificano più spesso se è presente il punch-fragment o se si associa la frattura dell'ulna (20, 26, 35).

In conclusione questa tecnica alla nostra revisione ha sicuramente dimostrato dei pregi: l'economicità, la semplicità di infissione dei fili di Kirschner, l'assenza di lesioni nervose, tendinee o vascolari, l'assenza di rottura e migrazioni dei fili, il risparmio delle superfici articolari, il risparmio delle cartilagini di coniugazione nei soggetti in età di accrescimento (che ne fa a nostro avviso la tecnica di elezione in questa fascia di età) (Fig. 8). Presenta alcuni difetti: l'esposizione alle radiazioni, la necessità di associare una immobilizzazione in apparecchio gessato, talora l'impossibilità di effettuare una riduzione ottimale del volar tilt e del punch fragment, aspetto questo comune a tutte le tecniche a cielo chiuso: in questi casi l'operatore deve passare ad altre metodiche.

RIASSUNTO

Gli autori analizzano i risultati ottenuti in una serie di 55 fratture di polso trattate con osteosintesi percutanea con fili di Kirschner secondo Crenshaw-Mah ed apparecchio gessato. Dopo la riduzione sotto controllo amplioscopico vengono infissi due fili di Kirschner paralleli tra loro attraverso la stiloide radiale. Nelle fratture con punch fragment più instabili

sotto scopia veniva associato un terzo filo di Kirschner trasversale come proposto da Fernandez. Le fratture sono state classificate secondo la classificazione di Frykman. I pazienti sono stati rivalutati con criteri clinici di Castaing e criteri radiografici (statici e dinamici). La consolidazione radiografica è stata ottenuta in media a 40 giorni, ed i risultati migliori si sono ottenuti nelle fratture metafisarie e nelle fratture dove non era presente contemporaneamente la frattura dell'estremo distale dell'ulna. La sintesi si dimostrava stabile, facile da effettuare; tale tecnica, come tutte le osteosintesi percutanee, non si può applicare alle fratture che non è possibile ridurre a cielo chiuso.

BIBLIOGRAFIA

1. GREATING MD, WOOD MB: Percutaneous pinning of fractures of the distal end of the radius. In Saffar P and Cooney W. III editors «Fractures of the distal radius». Martin Dunitz ed., London: 50-55, 1995.
2. FERNANDEZ DL, JUPITER JB: Fractures of the distal radius. A practical approach to management. Springer-Verlag Ed, New York, 1996.
3. LAFONTAINE M, HARDY D, DELINCE PH. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury* 20: 208-210, 1989.
4. DEPALMA AF: Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J Bone Joint Surg* 34A: 651-662, 1952.
5. DOWLING JJ: Comminuted Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 43A: 657-668, 1961.
6. STEIN AH, KATZ SF: Stabilization of comminuted fracture of the distal inch of the radius: percutaneous pinning. *Clin Orthop* 108: 174-181, 1975.

7. CLANCEY GJ: Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 66A: 1088-1114, 1984.
8. FERNANDEZ DL, GEISSLER WB: Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg* 16A: 375-384, 1991.
9. SEITZ WH, FROMSON AL, LEB R, SHAPIRO JD: Augmented external fixation of unstable distal radius fractures. *J Hand Surg* 16A: 1010-1016, 1991.
10. KAPANDJI A: L'ostéosynthèse par double embrochage intrafocal. Traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'extrémité inférieure du radius. *Ann Chir* 30: 903-908, 1976.
11. MORTIER JP, KUHLMANN JN, RICHET C, BAUX S: Brochage horizontal cubito-radial dans les fractures de l'extrémité inférieure du radius comportent un fragment postero-interne. *Rev Chir Orthop* 76: 567-571, 1986.
12. ANDERSON R, O'NEIL G: Comminuted fractures of the distal end of the radius. *Surg Gynecol Obstet* 78: 434-440, 1944.
13. RAYHACK JM: The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 24: 287-300, 1993.
14. ULSON HJR: Colles's fractures: combined internal and external fixation. In «Fractures of the hand and wrist». Churchill Livingstone Ed, Edinburgh: 276-289, 1988.
15. POGGI DS, FIGLINI L: Fratture semplici e complesse di polso trattate con sistema Epibloc. *Riv Chir Riab Mano Arto Sup* 31: 95-101, 1994.
16. CRENSHAW AH JR: Fractures of the shoulder, girdle, arm and forearm. In Crenshaw AH ed «Campbell's Operative Orthopaedics». Mosby ed St Louis, 1982.
17. MAH ET, ATKINSON RN: Percutaneous Kirschner wire stabilisation following closed reduction of Colles' fractures. *J Hand Surg* 17B: 55-62, 1992.
18. FERNANDEZ DL: AAOS Instructional Course lectures 42: 73-88, 1993.
19. COONEY WP III, DOBYNS JH, LINSCHIED RL: Complications of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg* 62A: 613-619, 1980.
20. MELONE CP JR: Articular fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 15: 217-236, 1984.
21. FRYKMAN G: Fracture of the distal radius including sequelae- Shoulder-hand syndrome, Disturbance of the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scandinavica Suppl* 108, 1967.
22. CASTAING J, LE CLUB DES DIX: Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulté. *Rev Chir Orthop* 50: 581-596, 1964.
23. BO TANG J, RYU J, OMOKAWA S, HAN JS, KISH V: Biomechanical evaluation of wrist motor tendons after fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 24A: 121-132, 1999.
24. LIDSTRÖM A: Fractures of the distal end of the radius. A clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scandinavica Suppl* 41, 1959.
25. ALTISSIMI M, ANTENUCCI R, FIACCA C, MANCINI GB: Long-term results of conservative treatment of fractures of the distal radius. *Clin Orthop* 206: 202-210, 1986.
26. KNIRK JL, JUPITER JB: Intrarticular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg* 68A: 647-659, 1986.
27. TRUMBLE TE, SCHMITT SR, VEDDER NB: Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg* 19A, 325-340, 1994.
28. HOCHWALD NL, LEVINE R, TORNETTA P III: The risks of Kirschner wire placement in the distal radius: a comparison of techniques. *J Hand Surg* 22A, 580-584, 1997.
29. HABERNEK H, WEINSTABL R, FIALKA C, SCHMID L: Unstable distal radius fractures treated by modified Kirschner wire pinning: anatomic considerations, technique and results. *J Trauma* 36, 83-88, 1994.
30. STEINBERG BD, PLANCHER KD, IDLER RS: Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuff box: an anatomic study. *J Hand Surg* 20A, 57-62, 1995.
31. NAIDU SH, CAPO JT, MOULTON M, CICCONE W II, RADIN A: Percutaneous pinning of distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg* 22A: 252-257, 1997.
32. COLE MM, OBLETZ BE: Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by skeletal transfixation in plaster cast. *J Bone Joint Surg* 48A: 931-945, 1966.
33. SZABO RM, WEBER SC: Comminuted intrarticular fractures of the distal radius. *Clin Orthop* 230: 39-48, 1988.
34. WEBER SC, SZABO RM: Severely comminuted distal radial fracture as an unsolved problem: complications associated with external fixation and pins and plaster techniques. *J Hand Surg* 11A: 157-165, 1986.
35. BICKERSTAFF DR, BELL MJ: Carpal malalignment in Colles' fractures. *J Hand Surg* 14B: 155-160, 1989.

Dott. Marco Rosati
 2^a Clinica Ortopedica Università di Pisa
 Via Risorgimento 36
 56100 PISA