



## Aggiornamento sulla resezione della filiera prossimale carpale mediante la via di accesso volare e sulla sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato

*Update on the proximal row carpectomy through volar approach and on the prosthetic replacement of the proximal end of capitate*

**Paolo Bedeschi**

*Presidente onorario della Società Italiana di Chirurgia della Mano*

### Corrispondenza:

Paolo Bedeschi  
paolobedeschi@gmail.com

### Conflitto di interessi

L'Autore dichiara di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

**Come citare questo articolo:** Bedeschi P. Aggiornamento sulla resezione della filiera prossimale carpale mediante la via di accesso volare e sulla sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato. Rivista Italiana di Chirurgia della Mano 2024;61:54-73. <https://doi.org/10.53239/2784-9651-2024-10>

© Copyright by Pacini Editore Srl



OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della licenza CC BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

### Riassunto

L'autore ha effettuato nel 1980 la prima resezione della filiera prossimale carpale (RFPC) eseguita in Italia. Si trattava di un caso di frattura-lussazione trans-scafo perilunare con pseudoartrosi e necrosi della metà prossimale dello scafoide, datante da un anno. L'operazione fu eseguita per via volare, perché coesisteva una compressione del nervo mediano nel tunnel carpale. Il risultato fu molto soddisfacente per la remissione del dolore, per il ripristino della forza di presa e per il grado di movimento medio in flessione-estensione del polso operato pari al 92% del polso controlaterale.

In campo internazionale l'indicazione alla RFPC è il collasso carpale con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea, ad articolazioni luno-capitata e radio-lunata integre. La causa del collasso può essere la dissociazione scafo-lunata (SLAC), la pseudoartrosi dello scafoide (SNAC), la malattia di Kienbock (KDAC) e la condrocalcosi (SCAC). L'autore ha riscontrato casi di collasso conseguenti a malunione dello scafoide e perciò ha proposto di aggiungere, nella eziologia del collasso carpale, anche questa patologia (SMAC). L'autore ha inoltre proposto di suddividere in due il collasso carpale da malattia di Kienbock stadio 4: KDAC 4A in caso di artrosi luno-capitata e KDAC 4B in caso di artrosi sia luno-capitata che radio-lunata. Poiché tutti i chirurghi citati eseguivano la RFPC per via dorsale, anche l'autore ha eseguito dal 1981 al 1984 12 RFPC per via dorsale. Il risultato è stato soddisfacente sulla remissione del dolore e il recupero della forza di presa. Il grado medio di flessione-estensione fu riscontrato pari al 75% (dal 68% all'82%) rispetto al polso controlaterale, in linea con le casistiche degli altri chirurghi stranieri, ma nettamente inferiore al caso operato dall'autore per via volare. L'autore ha quindi operato dal 1985 al 1996 60 casi per via volare, e in particolare gli ultimi 35 casi, dal 1990 al 1996, mediante una incisione modificata che consente l'asportazione dello scafoide per via diretta e l'asportazione del semilunare e del piramidale attraverso una incisione per il tunnel carpale.

Sono stati controllati a distanza da 3 a 14 anni 56 casi operati per via volare. In tre casi che, all'intervento mostravano una iniziale degenerazione artrosica del capitato, sono stati riscontrati modesti dolori da sforzo e un grado medio di flessione-estensione del 70% rispetto al polso controlaterale. È stato inoltre riscontrato un quadro RX di artrosi non grave della

radio-capitata. In altri due casi, che non avevano eseguito un'adeguata rieducazione funzionale, il grado di flesso-estensione è stato rispettivamente del 68% e del 70% rispetto al polso controlaterale. In tutti gli altri 51 casi il risultato è stato molto soddisfacente, per la remissione del dolore, per il recupero della forza di presa, e per il grado medio di flesso-estensione, pari all'85% (dal 78% al 95%) rispetto al polso controlaterale.

L'autore ha dimostrato, con ricerche mediante TC, che nella flesso-estensione del polso la testa del capitato non solo ruota in flessione e in estensione, ma compie anche dei fondamentali movimenti di traslazione dorsale e volare nella faccetta lunata del radio, che aumentano l'ampiezza del movimento della nuova articolazione radio-capitata. Negli operati di RFPC per via dorsale i fenomeni cicatriziali capsulari e pericapsulari limitano, nella flessione del polso, il movimento di traslazione dorsale del capitato nella faccetta lunata del radio e ne conseguono una minore ampiezza del movimento del polso rispetto agli operati per via volare.

Nei collassi carpali con artrosi luno-capitata viene da 20 anni utilizzata, in associazione alla RFPR, la sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato. Vengono descritte varie esperienze chirurgiche:

- con la protesi HGP (con testa in cromo, cobalto e molibdeno e stelo in titanio), prodotta in Italia;
- con la protesi HVHS (con testa in cromo e cobalto e stelo in titanio), prodotta in USA;
- con la protesi RCPI (monoblocco in pirocarbonio), prodotta in Francia.

La protesi RCPI è la più utilizzata e ha dimostrato notevole biocompatibilità e capacità di lubrificazione. L'applicazione della protesi per la testa del capitato è stata eseguita da Grippi tramite la via volare e da tutti gli altri chirurghi tramite la via dorsale.

Le indicazioni chirurgiche nei collassi carpali vengono così precisate dall'autore:

- nei casi con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea l'indicazione elettiva è la RFPC per via volare;
- nei casi con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea e artrosi luno-capitata l'indicazione elettiva è la RFPC associata alla protesi RCPI per via volare;
- nei casi con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea, artrosi luno-capitata e artrosi radio-lunata vi sono quattro indicazioni opzionali: la RFPC + RCPI, la protesi Amandys, la protesi totale di polso e l'artrosi totale di polso.

**Parole chiave:** resezione, filiera prossimale, carpo, instabilità, collasso, artrosi, radio, stiloide radiale, scafoide, semilunare, capitato, protesi, cromo, cobalto, molibdeno, titanio, pirocarbonio

## Summary

*In 1980 the author performed the first proximal row carpectomy (PRC) in Italy. It was a case of perilunate trans-scaphoid fracture-dislocation, with pseudoarthrosis of the scaphoid and necrosis of the proximal half of the bone, dating for a year. The operation was performed through a volar approach, because of a compression of the median nerve in the carpal tunnel. The result was very satisfactory for the remission of the pain, for the restoration of the grip strength and for the average degree of flexion-extension of the operated wrist equal to 92% of the contralateral wrist. In the international field, the indication for PRC is carpal collapse with stylo-scaphoid and/or radio-scaphoid arthrosis, with intact luno-capitate and radio-lunate joints. The cause of the collapse may be scapho-lunate dissociation (SLAC), scaphoid pseudoarthrosis (SNAC), Kienbock's disease (KDAC) and chondrocalcinosis (SCAC). The author found cases of collapse resulting from scaphoid malunion and therefore proposed adding this pathology (SMAC) to the etiology of carpal collapse. The author also proposed to divide carpal collapse due to Kienbock's disease stage 4 into two: KDAC 4A in case of luno-capitate arthrosis and KDAC 4B in case of both luno-capitate and radio-lunate arthrosis.*

*Since all the surgeons mentioned had performed PCR through dorsal approach, the author also performed 12 PRC via dorsal approach from 1981 to 1984. The result was satisfactory in terms of pain relief and recovery of grip strength. The average degree of flexion-extension found was 75% (from 68% to 82%) compared to the contralateral wrist, in line with the case studies of other foreign surgeons, but significantly lower than the case operated by the author via volar approach in 1980. The author therefore from 1985 to 1996 operated on 60 cases via volar approach. From 1990 to 1996 the author used a modified incision which allows the removal of the scaphoid directly and the removal of lunate and triquetrum through the carpal tunnel. 56 cases operated through a volar approach were controlled from 3 to 14 years. In three cases which at surgery showed an initial arthrosic degeneration of the capitata, modest pain from exertion and an average degree of flexion-extension of 70% compared to the contralateral wrist was found. An x-ray picture of non-serious radio-capitate arthrosis was also found. In two other cases, who had not performed adequate functional reeducation, the degree of flexion-extension was 68% and 70%, respectively compared to the contralateral wrist. In all the other 51 cases the result was very satisfactory for the remission of pain, for the recovery of grip strength and for the average degree of flexion-extension, equal to 85% (from 78% to 95%) compared to the contralateral wrist. The author has demonstrated, with CT research, that in the flexion-extension of the wrist the head of capitata not only rotates in flexion and extension, but it also performs fundamental movements of dorsal and volar translation in the lunate facet of the radius, which increase the amplitude of the movement of the new radio-capitate joint. In wrists operated on with proximal row carpectomy through a dorsal approach the capsular and pericapsular cicatricial phenomena limit, in the flexion of the wrist, the dorsal translation of the capitata in the lunate facet of radius, and this results in a smaller range of wrist movement compared to wrists operated through a volar approach. In carpal collapses with luno-capitate arthrosis it has been used for 20 years, in association with PRC, a prosthetic replacement of the proximal end of the capitata. Various surgical experiences are described:*

- *with the HGB prosthesis (with chrome, cobalt and molybdenum head and titanium stem), made in Italy;*
- *with the HVHS prosthesis (with chrome and cobalt head and titanium stem), made in USA;*
- *with the RCPI prosthesis (pyrocarbon monobloc), made in France..*

The RCPI prosthesis is the most used and has demonstrated remarkable biocompatibility and lubrication capacity. The application of the capitae head prosthesis was performed by Grippi using the volar approach and by all the other surgeons using the dorsal approach.

The surgical indications in carpal collapses are specified by the author as follows:

- in cases with stylo-scaphoid and/or radio/scaphoid arthrosis, the elective indication is the PRC via volar approach;
- in cases with stylo-scaphoid and/or radio-scaphoid and luno-capitate arthrosis, the elective indication is PRC associated with RCPI via volar approach;
- in cases with stylo-scaphoid and/or radio-scaphoid, luno-capitate and radio-lunate arthrosis there are four optional indications: PRC+RC-PI, Amandys implant, total wrist prosthesis and total wrist arthrodesis.

**Key word:** resection, carpectomy, proximal row, carpus, instability, collapse, arthrosis, radius, radial styloid, scaphoid, lunate, capitae, prosthesis, chrome, cobalt, molybdenum, titanium, pyrocarbon

## Introduzione

Un pomeriggio della primavera del 1980 visitai un ragazzo di 18 anni, che era accompagnato dal padre. Un anno prima il ragazzo aveva riportato, in seguito a una caduta con il ciclomotore, la frattura-lussazione trans-scafo perilunare del polso destro, che era stata trattata incruentamente, senza successo, in un reparto non specializzato.

Ad un recente controllo radiografico la frattura-lussazione appariva complicata dalla pseudoartrosi con necrosi avascolare della metà prossimale dello scafoide (Fig. 1A).

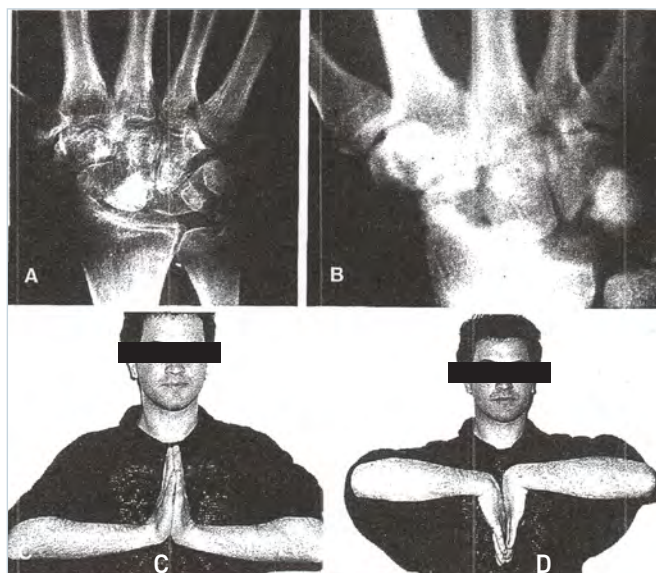
Dal punto di vista clinico il giovane paziente, oltre al dolore conseguente alla patologia osteo- articolare, presentava da due mesi anche i sintomi di una compressione del nervo mediano nel tunnel carpale. Il padre mi chiese di eseguire un intervento che potesse risolvere sia l'inveterato problema osteo-articolare che il recente problema neurologico.

Io non avevo dubbi sulla necessità di un accesso chirurgico per via volare, che mi avrebbe consentito anche la decompressione del nervo mediano. Ero peraltro conscio che, dopo tanti mesi, era problematico non solo il risultato della riduzione chirurgica della frattura-lussazione, ma soprattutto il risultato del trattamento della pseudoartrosi dello scafoide mediante osteosintesi e innesto osseo, data la grave necrosi del polo prossimale.

Mi venne allora in mente di aver letto qualche mese prima un articolo di autori americani, pubblicato nel 1977<sup>1</sup>. In tale articolo venivano riportati i soddisfacenti risultati di un intervento consistente nella asportazione della filiera prossimale carpale (scafoide, semilunare e piramidale), che consentiva la realizzazione di una nuova, più semplice, articolazione del polso, tra radio e capitato. Tale intervento, pur eseguito da alcuni chirurghi americani e britannici sin dagli anni '40, non mi risultava fosse stato ancora eseguito in Italia. Dissi al padre che questo intervento chirurgico poteva essere la soluzione sia per il problema osteo-articolare, che per quello neurologico.

Egli mi disse con la massima fiducia: "faccia a mio figlio l'operazione che eseguirebbe a suo figlio".

Dopo alcuni giorni eseguii l'intervento di resezione della fili-



**Figura 1.** Frattura-lussazione trans-scafo perilunare del carpo di destra, riportata da un giovane di 18 anni, a cui si è aggiunta, dopo un fallito tentativo di trattamento incruento, una compressione del nervo mediano al tunnel carpale. Un anno dopo il trauma è stato eseguito, per via volare, un intervento chirurgico di decompressione del nervo mediano e di resezione della filiera prossimale carpale. A) All'esame RX preoperatorio si evidenzia un quadro di frattura-lussazione trans-scafo perilunare del carpo, con grave necrosi del polo prossimale dello scafoide. B) All'esame RX eseguito cinque anni dopo l'intervento: si evidenzia una buona congruenza della nuova articolazione radio-capitata, con assenza di segni di artrosi. C-D) Fotografie eseguite cinque anni dopo l'intervento. Al controllo clinico si riscontra che l'arco di movimento in flessione-estensione medio del polso destro operato è pari al 92% (94% in estensione e 90% in flessione) rispetto a quello del polso sano controlaterale. (Le immagini RX e le fotografie sono tratte da: Bedeschi<sup>12</sup>).

era prossimale carpale per via volare, tramite incisione doppiamente arcuata, leggermente più estesa di quella che utilizzavo per la semplice decompressione del nervo mediano. Aperto il tunnel carpale, divaricai radialmente il tendine del flessore lungo del pollice e ulnarmente gli otto tendini dei flessori superficiali e profondi delle dita e misi attorno al nervo mediano un laccetto elastico, per poterlo spostare opportunamente in modo atraumatico.

Sezionata a polso esteso la capsula articolare volare, eseguii facilmente l'asportazione del semilunare lussato volarmente, del polo prossimale necrotico dello scafoide e del piramidale. Fu più indaginosa l'asportazione della parte distale dello scafoide.

Tolto il laccio emostatico al braccio ed eseguita una accurata emostasi, notai con soddisfazione che, a polso in posizione neutra, il polo integro del capitato si articolava perfettamente con la faccetta del radio per il semilunare. Terminate le suture capsulari e cutanee, misi un drenaggio passante, feci la medicazione e immobilizzai il polso a 45° di estensione, con cotone e valva gessata anteriore, eseguita prima dell'intervento.

Dopo 2 giorni controllai la ferita chirurgica e tolsi il drenaggio. Quindi rimisi la valva gessata per altri otto giorni, con prescrizione di muovere spesso le dita.

In decima giornata, tolsi i punti di sutura ed eseguita l'ultima medicazione, feci iniziare i movimenti attivi del polso, che il paziente eseguii sino al 21° giorno, in alternanza con la immobilizzazione in valva gessata. Successivamente il paziente mantenne libero il polso durante il giorno, eseguendo anche la mobilizzazione passiva, e tenendo di notte un tutore ortopedico in estensione di 45° per sei settimane.

Al controllo eseguito sei mesi dopo l'intervento riscontrai:

-all'esame radiografico: un'ottima congruenza della nuova articolazione radio-capitata con assenza di segni di artrosi;

-all'esame clinico: una assenza completa di dolori, sia osteo-articolari che neurologici, un'ottima ripresa della forza di presa e un arco di movimento medio del polso operato pari al 92%, (94% in estensione e 90% in flessione) rispetto al polso sano controlaterale.

L'eccellente risultato radiografico e clinico trovò conferma al controllo dopo cinque anni dall'intervento (Fig. 1 B-C-D).

## Casistiche di resezioni della filiera prossimale carpale eseguite dal 1944 al 1981

Constatato l'ottimo esito del mio primo intervento di resezione della filiera prossimale carpale (RFPC) ritenni opportuno svolgere una accurata ricerca bibliografica sull'argomento.

# Nel 1944 Stamm pubblicò un articolo intitolato "Excision of

the proximal Row of the Carpus" <sup>2</sup>.

L'Autore vi descrisse la tecnica chirurgica da lui eseguita per via dorsale su un numero imprecisato di casi di pseudartrosi dello scafoide e di malattia di Kienbock. Ritengo importante sottolineare che l'autore manteneva l'immobilizzazione postoperatoria in apparecchio gessato del polso solo per 10 giorni. Consentiva quindi una prudente mobilizzazione attiva, alternata con immobilizzazione in valva gessata sino al 21° giorno, quando consentiva anche la mobilizzazione passiva.

Nella maggioranza dei casi controllati a distanza (sino a cinque anni) Stamm riscontrò un buon risultato sul dolore e sulla forza di presa e un grado di movimento di flesso-estensione del polso operato pari al 50-70% del polso controlaterale. L'Autore riscontrò invece un completo insuccesso in due casi che presentavano all'intervento un'artrosi sia radio-carpale che medio-carpale.

# Stack, in un articolo pubblicato nel 1948 <sup>3</sup>, controllò, a distanza da 10 a 13 anni, nove polsi operati di RFPC per via dorsale in casi di frattura-lussazione del polso, di lussazione non ridotta del semilunare e di pseudartrosi dello scafoide. Riscontrò risultati favorevoli sul dolore, con parziale riduzione della forza di presa e con netta diminuzione del grado di flesso-estensione.

# Con analoghe indicazioni e tecnica chirurgica, Mc Laughlin e Baab riscontrarono, in un articolo del 1951 <sup>4</sup>, buoni risultati in quattro casi.

# Crabbe, in un articolo pubblicato nel 1964 <sup>5</sup>, riferì su 20 casi operati, per via dorsale, di resezione della filiera prossimale del carpo e, quasi sempre, anche di stiloidectomia radiale, ai quali fu effettuato un controllo a distanza da 1 a 18 anni.

La causa dell'intervento fu: in 12 casi la pseudartrosi dello scafoide, in 4 casi la malattia di Kienbock, in 2 casi la frattura trans-scafo perilunare, in un caso la lussazione non ridotta del semilunare e in 1 caso la necrosi con cisti ossea dello scafoide.

Il risultato sul dolore fu: ottimo in 7 casi, buono in 10 casi e negativo in 3 casi. Preoperatoriamente questi ultimi 3 casi presentavano un'artrosi radio-scafoidea e medio-carpale.

In uno di questi 3 casi fu necessario eseguire, dopo un anno, un'artrodesi totale del polso, mentre negli altri 2 casi fu osservata, al controllo a distanza, una grave riduzione del grado di flesso-estensione pari al 15,6% e al 25,6% rispetto al polso controlaterale.

Gli altri 17 casi, caratterizzati da un buon controllo del dolore e da una minima diminuzione della forza di presa, presentarono un grado di flesso-estensione medio del 63% (tra il 40,6% e l'87%) rispetto al polso controlaterale.

# Nel 1965 Campbell et al. pubblicarono un articolo sul trattamento chirurgico delle lussazioni del semilunare e perilunari <sup>6</sup>. In 8 casi eseguirono un intervento di RFPC, con

risultato favorevole in 6 casi.

# Jorgensen, in un articolo pubblicato nel 1969<sup>7</sup>, riferì su 22 casi operati di RFPC dal 1943 al 1968. Si trattava di necrosi dello scafoide in 8 casi, di necrosi del semilunare in 4 casi e di frattura-lussazione trans-scafo perilunare del carpo in 10 casi. Tutti i casi furono operati per via dorsale e l'immobilizzazione postoperatoria del polso in apparecchio gessato fu mantenuta per sei settimane.

Al controllo a distanza da 1 a 19 anni del polso operato il riscontro fu il seguente:

-il dolore sotto sforzo fu assente in 16 casi, minimo in 5 casi e moderato in 1 caso;

-la forza di presa risultò moderatamente diminuita in 21 casi, maggiormente diminuita in 1 caso;

-il grado di movimento in flessione-estensione del polso operato risultò compreso tra il 41% e il 76% rispetto a quello del polso controlaterale.

# Steinhauser, in un articolo pubblicato nel 1974<sup>8</sup>, descrisse un intervento personale consistente nell'asportazione del semilunare e dei due terzi prossimali dello scafoide.

Denominò questo suo intervento: "resezione artroplastica trans-scafo-lunare" e ne descrisse i favorevoli risultati a distanza in casi di grave osteo-malacia del semilunare.

# Nel 1976 von Donnersmarck et al.<sup>9</sup> riferirono su 6 casi affetti da grave lesione della filiera prossimale carpale, operati con successo di resezione-artroplastica trans-scafo-lunare secondo J. Steinhauser<sup>8</sup>.

# Inglis e Jones, in un articolo pubblicato nel 1977<sup>1</sup>, riferirono su 13 interventi di resezione della filiera prossimale del carpo eseguiti, dal 1937 al 1973, per frattura-lussazione perilunare in 4 casi, per pseudartrosi dello scafoide in 3 casi, per dissociazione scafo-lunata in 2 casi e per grave malattia di Kienbock in 4 casi. L'esame radiografico preoperatorio evidenziò in alcuni casi un'artrosi radio-scafoidea, ma mai un'artrosi medio-carpale.

Tutti i casi furono operati per via dorsale e l'immobilizzazione del polso operato fu mantenuta in gesso per 4 settimane.

Al controllo clinico a distanza, tra 18 mesi e 37 anni, il risultato sul dolore e sulla forza di presa fu molto soddisfacente in tutti i casi e il risultato funzionale sulla flessione-estensione del polso fu buono in 8 casi e molto buono in 5 casi.

Al controllo radiografico, anche a lunga distanza, in nessun caso fu evidenziata un'artrosi della nuova articolazione radio-carpale.

# Schernberg et al., in una pubblicazione del 1981<sup>10</sup>, riferirono su una casistica di 24 operati di RFPC con le seguenti indicazioni:

- traumatismi complessi carpali recenti: 2 casi;
- fratture-lussazioni perilunari inveterate: 7 casi;
- pseudartrosi dello scafoide: 9 casi;
- malacia inveterata del semilunare: 5 casi;
- lussazione inveterata carpale: 1 caso.

La via di accesso utilizzata fu quella dorsale in 16 casi e quella volare in 8 casi. La via di accesso volare fu utilizzata esclusivamente perché in quegli 8 casi era stata riscontrata una associata sintomatologia da compressione del nervo mediano al tunnel carpale. L'immobilizzazione postoperatoria del polso operato fu mantenuta in apparecchio gessato per un mese e quindi fu concessa la mobilizzazione attiva e, successivamente, anche quella passiva.

Il controllo clinico a distanza fu effettuato dopo 14 anni in un primo caso operato e dopo 1-7 anni in altri 19 casi. Il dolore risultò assente in 11 casi, leggero e incostante in 6 casi, moderato in un caso e intenso e di tipo algodistrofico in 2 casi. La forza di presa risultò completamente recuperata in 5 casi, con modesta limitazione in 12 casi e con notevole limitazione in 3 casi.

Il recupero del movimento di flessione-estensione del polso risultò molto buono in 8 casi, moderatamente limitato in 8 casi e molto limitato in 4 casi.

Rileggendo questo articolo dopo 42 anni mi sono reso conto che gli autori non misero in correlazione il recupero del movimento di flessione-estensione con la via di accesso, dorsale o volare, utilizzata per gli interventi chirurgici. Sono convinto che se allora fosse stata fatta questa correlazione avremmo avuto, con alcuni anni di anticipo, la cognizione del ruolo fondamentale della via di accesso volare sul risultato funzionale, che fu da me evidenziata a metà degli anni '80.

## Resezione della filiera prossimale carpale (RFPC): esperienza chirurgica dell'autore

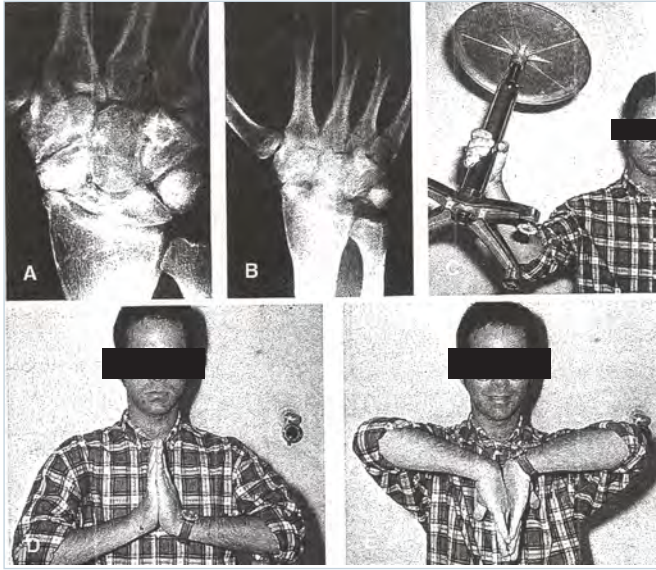
Oltre al primo caso operato nel 1980 per via volare, operai 12 casi per via dorsale dal 1981 al 1984, 25 casi dal 1985 al 1989 per via volare con incisione tradizionale e 35 casi dal 1990 al 1996 per via volare con incisione modificata, per un totale di 73 interventi di RFPC.

### A) RFPC mediante la via di accesso dorsale (12 casi, dal 1981 al 1984).

Nel 1981 potei constatare, a distanza di un anno, l'ottimo risultato radiografico e clinico del mio primo intervento di resezione della filiera prossimale carpale, descritto nell'introduzione di questo articolo (vedi Fig. 1).

Mi resi conto che Schernberg et al.<sup>10</sup> avevano utilizzato la via di accesso volare solo negli 8 casi che presentavano segni neurologici di compressione del nervo mediano al tunnel carpale e che tutti gli altri autori avevano sempre utilizzato la via di accesso dorsale.

Decisi quindi di iniziare ad eseguire anch'io l'intervento di RFPC mediante la via di accesso dorsale. Dal 1981 al 1984 operai con questa tecnica 12 polsi con collasso carpale e



**Figura 2.** Pseudoartrosi dello scafoide del polso destro datante da 5 anni, in un giovane che aveva 22 anni al momento della frattura. Nel 1981 eseguii, per via dorsale, un intervento di resezione della filiera prossimale carpale. A) L'esame radiografico preoperatorio evidenzia la pseudoartrosi dello scafoide al 3° medio con artrosi stilo-scafoidea e assenza di artrosi scafo-capitata e luno-capitata (SNAC 1). B) L'esame radiografico eseguito 4 anni dopo l'intervento evidenzia un'ottima congruenza della nuova articolazione radio-capitata, con assenza di segni di artrosi. C-D-E) Fotografie eseguite al controllo clinico 4 anni dopo l'intervento: C) Soddisfacente la ripresa della forza di presa, all'80% del polso controlaterale. D-E) In confronto con il polso sano di sinistra, il grado di flessione-estensione medio del polso destro operato è pari al 76% (82% in estensione e 70% in flessione). (Le immagini RX e le fotografie sono tratte da: Bedeschi et al.<sup>12</sup>).

artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea. Sul campo operatorio ho osservato in 10 casi la perfetta integrità della luno-capitata, mentre negli altri 2 casi ho riscontrato una iniziale degenerazione artrosica della testa del capitato. L'eziologia era la seguente:

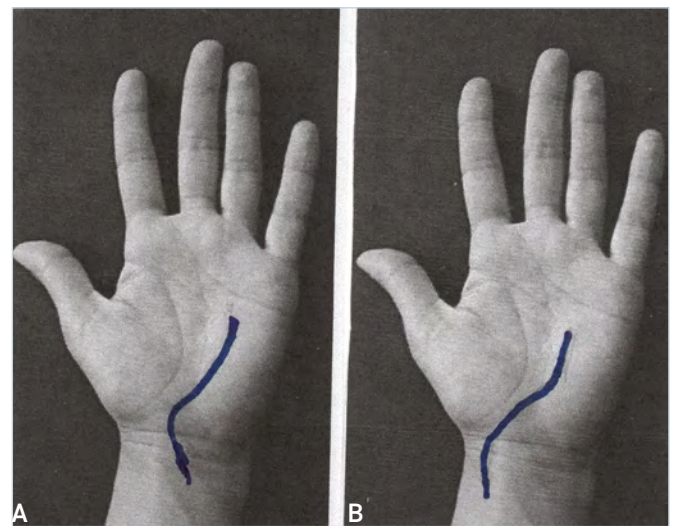
- pseudoartrosi dello scafoide in 6 casi (Fig. 2);
- dissociazione scafo-lunata in 4 casi;
- malunione dello scafoide in 1 caso;
- malattia di Kienbock (stadio 3B) in 1 caso. Il trattamento postoperatorio fu il seguente:
  - Immobilizzazione in gesso a 25° di estensione.
  - Il 3° giorno: apertura del gesso a valve per la medicazione e l'asportazione del drenaggio e successiva immobilizzazione in valva gessata anteriore fino al 10° giorno.

- Il 10° giorno: medicazione con asportazione dei punti e inizio della mobilizzazione attiva del polso, alternata con l'immobilizzazione in valva gessata anteriore sino al 21° giorno;
- dal 21° giorno: mobilizzazione attiva e passiva durante il giorno e immobilizzazione in valva gessata di notte per 4-6 settimane.

Al controllo da 1 a 4 anni di 10 polsi operati per via dorsale<sup>11,12</sup>:

- in 8 casi furono riscontrati: una assenza completa di dolore, un buon recupero della forza di presa e una flessione-estensione media del polso operato pari al 75% (tra il 68% e l'82%) del polso controlaterale, con un arco di movimento maggiore nell'estensione che nella flessione, e inoltre una assenza di segni di artrosi radio-capitata all'esame RX (vedi Fig. 2);
- negli altri 2 casi furono riscontrati: un modesto dolore sotto sforzo, una modesta diminuzione della forza di presa e un grado di flessione-estensione del polso operato pari, rispettivamente, al 58% e al 60% del polso controlaterale e una artrosi non grave della neo-articolazione radio-capitata all'esame RX. Nei registri operatori di questi due casi risultava che, all'esame visivo intra-operatorio, la superficie cartilaginea della testa del capitato mostrava già dei segni iniziali di degenerazione artrosica.

#### B) RFPC mediante la via di accesso volare con incisione



**Figura 3.** Disegni delle incisioni cutanee utilizzate dall'autore per l'intervento di resezione della filiera prossimale del carpo per via anteriore. A) Incisione utilizzata dal 1985 al 1989, che consente l'asportazione del semilunare, del piramidale e dello scafoide attraverso il tunnel carpale. B) Incisione utilizzata dal 1989 in poi, che consente l'asportazione dello scafoide per via diretta e del semilunare e del piramidale attraverso il tunnel carpale. (Disegni inediti eseguiti dall'autore).

**cutanea tradizionale (Fig. 3A), (25 casi, dal 1985 al 1989).**

Nel 1985, dopo aver constatato che il risultato del movimento di flesso-estensione medio riscontrato in 10 su 12 polsi operati da me per via dorsale, e controllati da 1 a 4 anni, era pari al 75% (tra il 68% e l'82%) rispetto al polso controlaterale, mi resi conto che questo risultato era di poco superiore a quello di altre casistiche di resezione della filiera prossimale carpale eseguita per via dorsale:

- tra il 50% e il 70% (Stamm, 1944)<sup>2</sup>;
- tra il 43% e l'80%, medio 63% (Crabbe, 1964)<sup>5</sup>;
- tra il 41% e il 76% (Jorgense, 1969)<sup>7</sup>;
- tra il 48% e il 70% (Neviaser, 1983)<sup>13</sup>.

Era invece notevole la differenza tra il risultato funzionale di flesso-estensione riscontrato al controllo dei polsi operati da me per via dorsale e il risultato funzionale, nettamente migliore, riscontrato al controllo del mio primo caso operato per via volare, pari al 94% in estensione e al 90% in flessione, rispetto al polso controlaterale.

Ritenni allora opportuno iniziare ad eseguire gli interventi di RFPC per via volare.

L'incisione cutanea utilizzata, arcuata dal polso al palmo (Fig. 3A), consentiva di eseguire attraverso il tunnel carpale la facile asportazione del semilunare e del piramidale e quella, un pò più indaginosa, dello scafoide.

Il trattamento postoperatorio era uguale a quello dell'intervento per via dorsale, salvo l'immobilizzazione del polso, eseguita con apparecchio gessato a 45° invece che a 25° di estensione, ma sempre per 10 giorni.

Con questa tecnica ho eseguito 25 interventi dal 1985 al 1989 (Bedeschi, 1989)<sup>14</sup>.

**C) RFPC mediante la via d'accesso volare con incisione cutanea modificata (Fig. 3B), (35 casi, dal 1990 al 1996).**

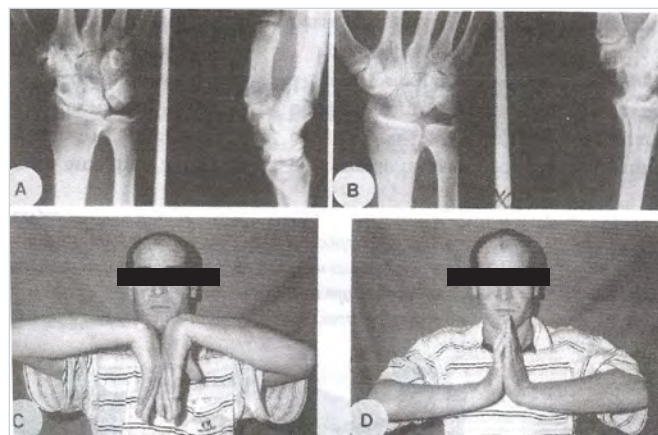
Allo scopo di rendere più facile l'asportazione dello scafoide, nella esecuzione della resezione della filiera prossimale carpale con via di accesso volare, ho modificato dal 1990 l'incisione cutanea nel tratto prossimale, spostandola radialmente in corrispondenza del decorso del tendine del flessore radiale del carpo (Fig. 3B).

Grazie a questa incisione modificata, che ho utilizzato in 35 casi, è possibile asportare agevolmente lo scafoide per via diretta e successivamente il semilunare e il piramidale attraverso il tunnel carpale (Bedeschi1994)<sup>15</sup>. Il resto dell'intervento di RFPC con via di accesso volare modificata e il trattamento postoperatorio sono rimasti gli stessi.

**D) Analisi di tutti i 60 casi operati di RFPC per via volare**

Dal 1985 al 1996 operai per via volare 60 polsi con collasso carpale e artrosi della stilo-scafoidea e/o della radio-scafoidea. L'eziologia era la seguente:

- pseudartrosi dello scafoide in 25 casi;
- dissociazione scafo-lunata in 16 casi;
- malattia di Kienbock (stadio 3A o 3B) in 12 casi (Fig. 4);



**Figura 4.** Polso destro di un operaio di 36 anni con malattia di Kienbock (stadio 3B), operato nel 1985 per via volare di resezione della filiera prossimale carpale A) Negli esami RX in antero-posteriore e in laterale si evidenziano il collasso del semilunare, la rotazione in flessione dello scafoide, l'artrosi radio-scafoidea e l'integrità della luno-capitata (KDAC 3B). B) Al controllo radiografico, 5 anni dopo l'intervento di RFPC, si evidenzia un'ottima congruenza dell'articolazione radio-capitata, in assenza di segni di artrosi. C-D) Al controllo clinico dopo 5 anni, assieme alla completa remissione del dolore e al buon recupero della forza di presa, si riscontra un eccellente arco di movimento del polso destro operato pari, sia in flessione che in estensione, al 95% di quello del polso controlaterale. (Le immagini RX e le fotografie sono tratte da Bedeschi et al.,<sup>12</sup>).

- malunione dello scafoide in 7 casi.

Al controllo da 3 a 14 anni di 56 dei 60 polsi operati per via volare dal 1985 al 1996 (Bedeschi1997<sup>16</sup> e 2002<sup>17</sup>):

-in 51 casi furono riscontrati: assenza di dolore, modestissima riduzione della forza di presa e grado di flesso-estensione medio pari all'85% (tra il 78% e il 95%) del polso controlaterale e assenza di segni di artrosi radio-capitata all'esame RX;

-in 3 casi (che presentavano all'intervento iniziali segni di degenerazione artrosica della testa del capitato) furono riscontrati: modesto dolore sotto sforzo, modesta limitazione della forza di presa, un grado di flesso-estensione medio del 70% rispetto al polso controlaterale e un quadro radiologico di artrosi, sia pure non grave, della radio-capitata;

- in 2 casi (che nel decorso postoperatorio non avevano eseguito una corretta riabilitazione funzionale) fu riscontrato un grado di flesso-estensione rispettivamente del 68% e 70% rispetto al polso controlaterale.

La valutazione di questi risultati mi ha portato a ritenere di fondamentale importanza<sup>16</sup>:

- la via di accesso volare (preferibilmente quella modifi-

cata, che rende più agevole l'asportazione dello scafoide);  
 - la perfetta integrità della cartilagine della testa del capitato al momento dell'intervento;  
 -una precoce e intensa rieducazione funzionale.

## Motivazione del miglior risultato funzionale che si può ottenere con la resezione della filiera prossimale carpale, eseguita con via di accesso volare

Premetto alcuni cenni di cinematica del polso. normale.

# Sarrafian et al., 1977<sup>18</sup>, in seguito a un'indagine radiografica su 55 polsi normali hanno riscontrato che:

-la flessione del polso avviene per il 40% a livello della articolazione radio-lunata e per il 60% a livello della luno-capitata;  
 -l'estensione del polso avviene per il 66,5% a livello dell'articolazione radio-lunata e per il 35,5% a livello della luno-capitata.

# Mele e Pinat, 2007<sup>19</sup>, riportano i dati di movimento del polso in gradi:

- nella flessione: 26,2° a livello della radio-lunata e 40,12° a livello della luno-capitata;  
 - nell'estensione: 37° a livello della radio-lunata e 18,63° a livello della luno-capitata.

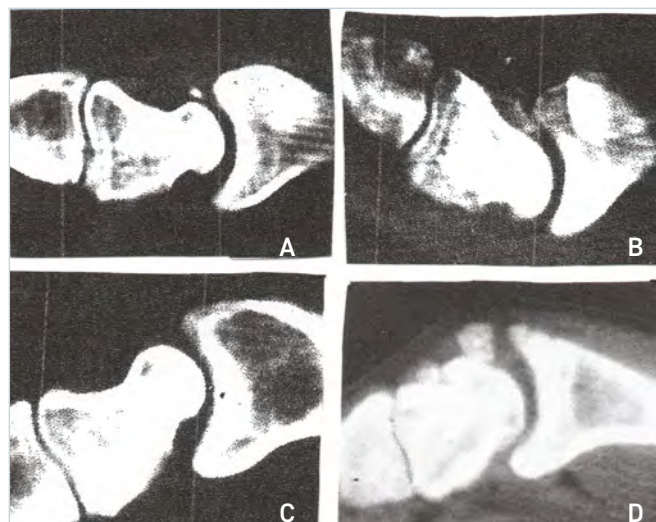
L'arco di movimento è pertanto di 67,4° nella flessione e di 55,6° nell'estensione, con un valore totale della flesso-estensione di 123°.

# Atzeni et al., 2023<sup>20</sup>, ritengono invece che l'arco di movimento massimo del polso sano sia di 80° nella flessione e di 70° nell'estensione, con un valore totale della flesso-estensione di 150°.

# Kobayashi et al., 1997<sup>21</sup>, dopo aver studiato, con una indagine radiografica su 22 polsi di cadavere, i movimenti di tutte le ossa carpali nelle varie posizioni del polso, affermano che le ossa carpali effettuano essenzialmente dei movimenti di rotazione e solo minimamente quelli di traslazione. Ed ora riporto i dati relativi agli aspetti cinematici del polso operato di resezione della filiera prossimale carpale.

# Blankenhorn et al., 2007<sup>22</sup>, hanno eseguito una indagine mediante tomografia computerizzata (TC) su 8 polsi di cadavere, prima e dopo la resezione della filiera prossimale carpale. Hanno riscontrato che, rispetto al grado di movimento globale del polso intatto controlaterale, conseguente alla somma dei movimenti della medio-carpica e della radio-carpica, l'arco di movimento della neo-articolazione radio-capitata dopo RFPC era nella flessione pari al 72% e nella estensione pari al 70%.

Hanno peraltro rilevato che il grado di movimento della



**Figura 5.** Immagini TC in laterale di due polsi operati di resezione della filiera prossimale carpale. A-B-C) Polso operato per via volare. A) In posizione neutra l'estremità articolare prossimale del capitato è perfettamente congruente con il centro della fossetta del radio per il semilunare. È evidente l'integrità delle superfici articolari della nuova articolazione radio-capitata. B) In posizione di estensione il capitato è ruotato in estensione e la sua estremità articolare prossimale è traslata volarmente ed è congruente con la parte inferiore della fossetta lunata del radio. C) In posizione di flessione il capitato è ruotato in flessione e la sua estremità articolare prossimale è traslata dorsalmente ed è congruente con la parte superiore della fossetta lunata del radio. D) Polso operato per via dorsale. In posizione di flessione il capitato è ruotato in flessione, ma la sua estremità articolare prossimale ha una notevole limitazione della traslazione dorsale, ed è congruente con il centro della fossetta lunata del radio. (Immagini TC conservate nell'archivio dall'autore).

neo-articolazione radio-capitata dopo RFPC era maggiore di quello della sola articolazione luno-capitata e anche della sola articolazione radio-lunata del polso intatto.

# Imbriglia et al. (1990)<sup>23</sup>, controllando, a distanza media di 4 anni, 27 polsi di pazienti operati di RFPC hanno rilevato, con esami RX in proiezione laterale, che il raggio di curvatura della testa del capitato è pari ai due terzi di quello della fossetta lunata del radio, consentendo alla testa del capitato dei movimenti non solo di rotazione, ma anche di traslazione nella fossetta lunata del radio.

# Bedeschi et al., 1991<sup>24</sup>, hanno eseguito degli esami mediante TC in proiezione laterale di 4 polsi di pazienti operati di RFPC (2 per via volare e 2 per via dorsale), in posizione dei polsi neutra, in estensione e in flessione.

In tutti e 4 i polsi si è riscontrata:



- in posizione neutra: una perfetta congruenza della testa del capitato con il centro della fossetta lunata del radio (Fig.5A);

- in estensione: la rotazione in flessione del capitato e il movimento di traslazione volare della testa del capitato, in congruenza con la parte inferiore della fossetta del radio (Fig. 5B);

Gli autori hanno invece riscontrato un differente comportamento nella flessione dei polsi. Nei 2 operati per via volare:

- era evidente la rotazione in flessione del capitato e la completa traslazione dorsale della testa del capitato, in congruenza con la parte superiore della fossetta del radio (Fig. 5C).

Nei 2 operati per via dorsale:

- permaneva la rotazione in flessione del capitato, ma era però evidente una limitazione della traslazione dorsale della testa del capitato, per cui non poteva realizzarsi il rapporto articolare con la parte superiore della fossetta lunata del radio (Fig. 5D).

Bedeschi et al., 1991<sup>12</sup>, ritengono che, negli operati di RFPC per via dorsale, l'impedimento parziale o totale alla traslazione dorsale della testa del capitato, nella flessione del polso, dipenda essenzialmente da fenomeni postoperatori cicatriziali, capsulari e pericapsulari, rilevanti soprattutto a livello del retinacolo degli estensori.

Invece negli operati per via volare i fenomeni cicatriziali periarticolari sono di minore entità e inoltre la loro ripercussione sulla traslazione volare della testa del capitato è fortemente limitata dalla presenza del tunnel carpale<sup>12</sup>.

# Da oltre 20 anni ipotizzo che, negli operati di resezione della filiera prossimale carpale con perfetta integrità preoperatoria della testa del capitato, il vantaggio della via volare su quella dorsale non consista soltanto nell'aumento postoperatorio del grado di flesso-estensione medio dal 70% all'80% rispetto al polso controlaterale, ma anche nel mantenimento di questo ottimo risultato a più lungo termine.

Avendo dimostrato, con gli esami mediante TC, che nei polsi operati per via volare il movimento di traslazione del capitato nella fossetta lunata del radio è maggiore di quello ottenibile con l'intervento per via dorsale<sup>24</sup>, ritengo ragionevole ipotizzare che nei movimenti del polso ne consegua una maggiore area di contatto articolare e quindi una minore pressione media di carico sulle superfici della nuova articolazione radio-capitata.

Formulo pertanto l'ipotesi di una conseguente minore usura, a più lungo termine, delle cartilagini articolari della radio-capitata nei polsi operati per via volare.

# Una ipotesi analoga è stata formulata da Hogan et al., 2004<sup>25</sup>, al termine di una ricerca sperimentale sulle caratteristiche di carico articolari riscontrate in 7 polsi di cadaveri a cui era stata resecata la filiera prossimale carpale. Questi autori affermano testualmente (nella traduzione in

italiano):

"l'aumentata escursione radio-carpale, nei movimenti del polso, può spiegare la bassa incidenza dell'artrosi radio-capitata nei pazienti operati di resezione della filiera prossimale carpale"<sup>25</sup>.

## Chirurghi che utilizzano esclusivamente o prevalentemente la via di accesso volare per la resezione della filiera prossimale carpale.

Sono lieto di ricordare il nome dei chirurghi che hanno utilizzato e/o utilizzano esclusivamente o prevalentemente la via di accesso volare per la RFPC.

Luchetti et al. 1998<sup>26</sup>, Gobbi et al. 2000<sup>27</sup>, Pilato et al. 2003<sup>28</sup>, van Amerongen e Schuurman 2008<sup>29</sup>, Luchetti 2018<sup>30</sup>, Grippi 2024<sup>31</sup>, Adani 2024<sup>32</sup>.

Ritengo utile sottolineare che in tutte queste casistiche di resezione della filiera prossimale carpale per via volare il risultato funzionale è stato generalmente migliore di quello ottenibile con gli interventi per via dorsale,

Soltanto nella casistica di 14 pazienti di van Amerongen e Schuurman<sup>29</sup> i risultati non sono stati mai superiori a quelli ottenibili con la via di accesso dorsale.

Mi sembra però importante sottolineare che in questa casistica il tempo di immobilizzazione postoperatoria in gesso è stato particolarmente lungo: 4 settimane.

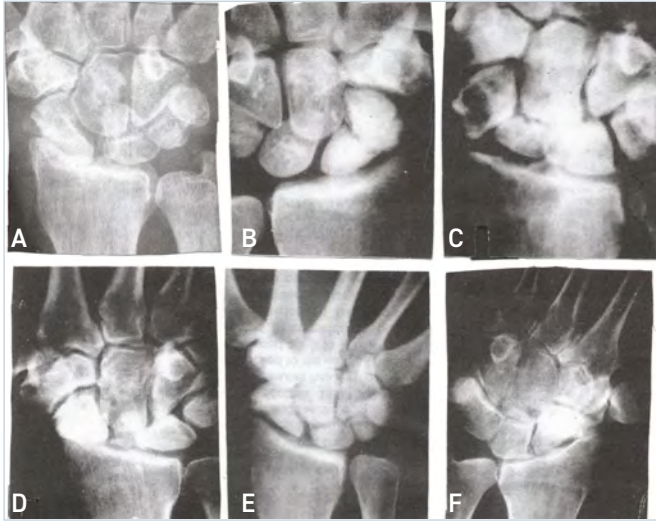
Ritengo pertanto di poter dedurre che, per avere degli ottimi risultati nel recupero del movimento di flesso-estensione del polso, è necessario non soltanto utilizzare la via chirurgica di accesso volare, ma anche limitare il periodo di immobilizzazione completa postoperatoria a non più di 12 giorni.

## Modalità di evoluzione, dalla instabilità al collasso e all'artrosi, di tre frequenti patologie carpaliche traumatiche e di due patologie carpaliche, più rare, non traumatiche

Le tre frequenti patologie traumatiche sono la dissociazione scafo-lunata, la pseudoartrosi e la malunione dello scafoide, mentre le due più rare, non traumatiche, patologie carpaliche sono la necrosi avascolare del semilunare, o malattia di Kienbock, e l'artropatia da pirofosfato di calcio o condrocalcinosi.

### A) La dissociazione scafo-lunata

Nel 1984 Watson e Ballet<sup>33</sup> descrissero un modello evolutivo in tre stadi del collasso e dell'artrosi del polso, con-



**Figura 6.** Immagini RX di polsi SLAC, SNAC e SMAC. A) Caso di SLAC 2, con dissociazione scafo-lunata e artrosi radio-scafoidea. B) Caso di SNAC 1, con pseudoartrosi al 3° medio dello scafoide e iniziale artrosi stilo-scafoidea. C) Caso di SNAC 3, con pseudoartrosi al 3° medio dello scafoide e con artrosi stilo-scafoidea, scafo-capitata e luno-capitata. D) Caso di SNAC 3, con pseudoartrosi al 3° prossimale dello scafoide e con artrosi radio-scafoidea, scafo-capitata e luno-capitata. E) Caso di SNAC 1, con pseudoartrosi al 3° distale dello scafoide e con artrosi stilo-scafoidea. F) Caso di SMAC 3, con malunione al 3° distale dello scafoide e con artrosi stilo-scafoidea, scafo-capitata e luno-capitata. (Immagini RX tratte da Bedeschi et al.,<sup>12</sup>).

seguenti alla dissociazione scafo-lunata, che definirono "Scapholunate advanced collapse" e il cui acronimo SLAC è stato generalmente accettato.

L'instabilità indotta dalla rottura del legamento scafo-lunato determina la perdita del movimento sincrono tra scafoide e semilunare. Il semilunare ruota dorsalmente rispetto al radio, assumendo la posizione di instabilità chiamata DISI (dorsal intercalated segment instability), mentre lo scafoide ruota in flessione e pronazione con conseguente perdita del rapporto di perfetta congruenza tra le superfici ellittiche dello scafoide e della fossa scafoidea del radio. Ne deriva una progressiva usura delle cartilagini articolari della radio-scafoidea a partire dal margine dorsale del radio, dapprima limitata alla stilo-scafoidea e quindi più estesa. Successivamente si può realizzare l'artrosi a carico della luno-capitata.

Secondo Watson e Ballett<sup>33</sup>, secondo gli autori che ho citato finora in questo articolo<sup>1-10, 13, 23, 26-31</sup> e secondo la mia casistica di 72 polsi operati dal 1985 al 1996, non furono mai riscontrati casi di SLAC con artrosi radio-lunata. Marcuzzi<sup>34</sup> mi ha informato che nella sua casistica di 34

polci SLAC operati dal 2004 al 2021, ha invece riscontrato in 4 casi un'artrosi della radio-lunata. Si trattava di casi inveterati, che avevano riportato il trauma da oltre 12-15 anni. Il modello evolutivo SLAC e quindi formato da 4 stadi:

- SLAC 1: artrosi limitata alla stilo scafoidea.
- SLAC 2: artrosi radio-scafoidea (Fig. 6A).
- SLAC 3 (in più): artrosi luno-capitata.
- SLAC 4 (in più): artrosi radio-lunata.

#### **B) La pseudoartrosi dello scafoide**

Nel 1987 Vender et al.<sup>35</sup>, descrissero un modello evolutivo in tre stadi del collasso e dell'artrosi del polso conseguenti alla pseudoartrosi dello scafoide, molto simile a quello descritto da Watson e Ballett per la dissociazione scafo-lunata.

Nel 1992 Krakauer et al.<sup>36</sup>, definirono questo modello evolutivo "Scaphoid nonunion advanced collapse", il cui acronimo SNAC è stato generalmente accettato.

Nel 1991 Bedeschi et al.<sup>12</sup>, e nel 1999 Moritomo et al.<sup>37</sup>, apportarono qualche aggiornamento al modello evolutivo SNAC, distinguendo tre varianti in relazione ai tre diversi livelli della pseudoartrosi dello scafoide: al terzo prossimale, al terzo medio o al terzo distale.

Nella pseudoartrosi dello scafoide il legamento scafo-lunato rimane intatto, per cui il frammento prossimale dello scafoide rimane solidale con il semilunare, mentre il frammento distale tende a ruotare e a collassare. Successivamente anche il capitato tende al collasso. Ne consegue che all'artrosi stilo e/o radio-scafoidea si aggiunge l'artrosi scafo-capitata e successivamente l'artrosi luno-capitata. Secondo i molti autori già citati per il polso SLAC e inoltre secondo Vender et al.<sup>35</sup>, Krakauer et al.<sup>36</sup>, e Moritomo et al.<sup>37</sup>, l'evoluzione artrosica del polso SNAC non giungerebbe mai a interessare la radio-lunata.

# Marcuzzi<sup>34</sup> mi ha invece recentemente informato che nella sua casistica di 55 polsi SNAC operati dal 2004 al 2021, ha riscontrato in 7 casi un'artrosi radio-lunata. Si trattava di casi inveterati con frattura dello scafoide datante da oltre 12-15 anni.

# Tenendo conto di tutti gli aggiornamenti, riporto il modello evolutivo SNAC, distinguendo le tre varianti in relazione ai tre diversi livelli di pseudoartrosi dello scafoide.

**Pseudoartrosi dello scafoide al terzo medio** (che è la più frequente):

- SNAC 1: artrosi stilo-scafoidea (Fig. 6B e 2A).
- SNAC 2 (con in più): artrosi scafo-capitata.
- SNAC 3 (con in più): artrosi luno-capitata (Fig. 6C).
- SNAC 4 (con in più): artrosi radio-lunata.

**Pseudoartrosi dello scafoide al terzo prossimale:**

- SNAC 1: artrosi radio-scafoidea.
- SNAC 2 (con in più): artrosi scafo-capitata.
- SNAC 3 (con in più): artrosi luno-capitata (Fig. 6D).
- SNAC 4 (con in più): artrosi radio-lunata.

**Pseudartrosi dello scafoide al terzo distale** (in cui non ho riscontrato il secondo stadio): SNAC 1: artrosi stilo-scafoidea (Fig. 6E).

SNAC 3 (con in più): artrosi luno-capitata. SNAC 4 (con in più): artrosi radio-lunata.

### C) La malunione, o viziata consolidazione, dello scafoide

La malunione di scafoide o vizio di consolidazione dello scafoide si realizza quando una frattura dello scafoide consolida con una morfologia ossea differente da quella normale, preesistente al trauma.

# Amadio et al., in un articolo pubblicato nel 1989<sup>38</sup>, hanno studiato clinicamente e con esame TC in proiezione laterale, 46 polsi con frattura dello scafoide consolidata. Il controllo a distanza è avvenuto da 6 mesi a 9 anni dopo la consolidazione (in media: 3 anni e 8 mesi).

In un primo gruppo di casi di 20 polsi, di cui 7 operati, è stata riscontrata al controllo a distanza una morfologia normale dello scafoide, con angolo intra scafoideo laterale (LISA) inferiore a 35°.

In un secondo gruppo di 26 polsi, di cui 20 operati, è stata riscontrata una deformità "a gobba" dello scafoide, con angolo intra scafoideo laterale (LISA) variabile da 36° a 60°.

Nel primo gruppo il risultato clinico è stato soddisfacente nell'83% dei casi e all'esame TC si è evidenziata un'artrosi carpale nel 22% dei casi.

Considerando tra i casi del secondo gruppo soltanto quelli con angolo intra scafoideo laterale (LISA) superiore ai 46°, gli autori hanno riscontrato un risultato clinico soddisfacente nel 27% dei casi e all'esame TC un'artrosi carpale nel 54% dei casi<sup>38</sup>.

# Negli articoli pubblicati nel 1997<sup>16</sup> e nel 2002<sup>17</sup>, riferisco di aver riscontrato, tra i 73 casi operati di RFPC dal 1980 al 1996, 8 casi di malunione sintomatica dello scafoide, caratterizzati da un processo evolutivo (dall'instabilità, al collasso e all'artrosi), molto simile a quello descritto per il polso SNAC da Vender et al.<sup>35</sup>.

Ho ritenuto pertanto giustificato definire (in inglese) questo processo evolutivo: "Scaphoid malunion advanced collapse" con conseguente acronimo SMAC.

# In base all'esperienza degli anni '80 e '90, ritengo sia giustificato suddividere i polsi SMAC in tre stadi evolutivi:

SMAC 1: artrosi stilo-scafoidea.

SMAC 2 (con in più): artrosi radio-scafoidea e/o scafo-capitata. SMAC 3 (con in più): artrosi luno-capitata (Fig. 6F).

# Marcuzzi<sup>34</sup> mi ha informato di non aver mai riscontrato dei casi di malunione dello scafoide, con collasso e artrosi carpale nella sua vasta casistica (molto più recente della mia) di 118 casi operati dal 2004 ad oggi.

Ritengo, in accordo con Marcuzzi, che i diversi riscontri tra le due casistiche (così distanti nel tempo) dipendano dal fatto che negli ultimi 25 anni le fratture dello scafoide (soprattutto quelle scomposte) sono state operate di riduzione cruenta e osteosintesi molto più frequentemente che negli

anni '80 e '90. E questo è avvenuto sia perché sono sorti molti reparti di chirurgia della mano, ma anche perché negli ultimi anni le tecniche di chirurgia della mano sono maggiormente conosciute e utilizzate anche nei reparti di Ortopedia e Traumatologia.

# È vero che alcune volte le fratture scomposte dello scafoide, operate di riduzione ed osteosintesi, possono non consolidare (vedi Fig 8B), ma è anche vero che la maggior parte di esse consolida con morfologia normale o con deformità moderata (angolo LISA inferiore ai 45°). Sono pertanto oggi molto più rare le malunioni con grave deformità dello scafoide, che erano causa dell'instabilità e del collasso carpale.

### D) La necrosi avascolare progressiva del semilunare, o malattia di Kienbock.

La necrosi avascolare progressiva del semilunare è stata descritta dal radiologo austriaco Kienbock nel 1910<sup>39</sup>.

# Secondo un recente aggiornamento del 2017 di MacLean et al.<sup>40</sup>, il collasso dell'osso semilunare determina il collasso della colonna centrale del carpo e quindi, in seguito alla rotazione in flessione dello scafoide, anche il collasso della colonna radiale del carpo. Ne conseguono processi degenerativi artrosici della radio-scafoidea e quindi delle articolazioni situate attorno al semilunare.

Secondo questi autori<sup>40</sup>, questo processo evolutivo potrebbe essere definito (in inglese) "Kienbock disease advanced collapse" con conseguente acronimo **KDAC**, non ancora di uso diffuso.

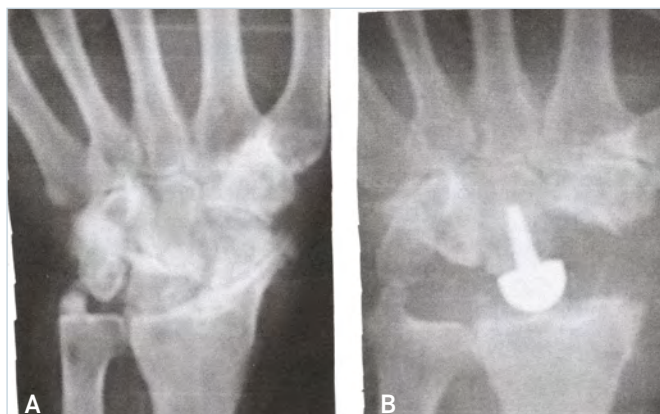
Per definire l'evoluzione della malattia di Kienbock vale tuttora la classificazione radiografica di Lichtmann del 1977<sup>41</sup>,

# Ritengo però opportuno, in accordo con Marcuzzi<sup>34</sup>, proporre un aggiornamento di questa classificazione, dividendo lo stadio KDAC 4 in due stadi: KDAC 4A e KDAC 4B, a seconda che sia integra o meno l'articolazione radio-lunata.

In sintesi, con questo aggiornamento gli stadi sono 4 con 2 sottogruppi:

- KDAC 1: quadro RX con linea di frattura composta del semilunare.
- KDAC 2: quadro RX di aumento della densità del semilunare.
- KDAC 3A: quadro RX di collasso del semilunare, senza rotazione in flessione dello scafoide.
- KDAC 3B: quadro RX di collasso del semilunare, con rotazione in flessione dello scafoide (segno dell'anello) ed eventuale artrosi radio-scafoidea (vedi Fig. 4A).
- KDAC 4A: quadro RX di artrosi della luno-capitata, con integrità della radio-lunata.
- KDAC 4B: quadro RX di artrosi diffusa perilunata, comprendente in particolare anche la radio-lunata.

### E) L'artropatia da pirofosfato di calcio o condrocalcinosi del polso.



**Figura 7.** Immagini RX di un caso di SCAC 2 operato di RFPC e sostituzione protesica della testa del capitato con protesi HGB (testina di cromo-cobalto-molibdeno e stelo in titanio). A) Il quadro RX preoperatorio evidenzia la dissociazione scafo-lunata e la grave usura cartilaginea della radio-scafoidea e della luno-capitata B) Il quadro RX al controllo dopo 6 anni dall'intervento evidenzia un'ottima congruenza articolare tra radio e protesi HGB, senza segni di usura della cartilagine articolare della fossetta lunata del radio. (Immagini inedite RX gentilmente concesse da Grippi <sup>31</sup>).

È definita condrocalcinosi l'artropatia metabolica indotta dal deposito di pirofosfato di calcio nelle articolazioni o intorno ad esse (Mascia et al.) <sup>42</sup>.

# Nel 2002 Romano et al. <sup>43</sup> descrissero l'evoluzione radiografica in quattro stadi della condrocalcinosi a livello del polso e proposero di definirla "Scaphoid chondrocalcinosis advanced collapse" con conseguente acronimo SCAC, che è stato largamente accettato.

I quattro stadi sono i seguenti:

- SCAC 1: dissociazione scafo-lunata e usura cartilaginea della radio-scafoidea.
- SCAC 2: (con in più): usura cartilaginea della luno-capitata (Fig. 7A).
- SCAC 3: (con in più): grave erosione della fossetta scafoidea del radio con affossamento dello scafoide.
- SCAC 4: (con in più): erosioni cartilaginee diffuse in tutto il carpo, comprendenti in particolare la radio-lunata.

## La scafoidectomia associata ad artrodesi medio-carpale totale (luno-capitata e uncino-piramidale) o parziale (luno-capitata)

Nel 1984 Watson e Ballet [33] idearono, per i collassi carpal con artrosi della luno-capitata e integrità della radio-luna-

ta, l'artrodesi della medio-carpale associata alla scafoidectomia. Talvolta è stata riscontrata da vari autori [44-51], la mancata fusione dell'artrodesi. Dopo questo intervento la flessione-estensione del polso è ridotta non solo rispetto a quella di un polso normale, ma spesso anche rispetto a quella di un polso operato di RFPC <sup>22-23</sup>, specialmente se per via volare <sup>24,26-28,31,32</sup>.

## L'artroscopia del polso in aggiunta all'esame RX per definire l'appropriata indicazione chirurgica

La resezione della filiera prossimale del carpo ha un'appropriata indicazione chirurgica nei polsi SLAC 2, SNAC 2, SMAC 2, SCAC 1 e KDAC 3A e 3B nei quali, pur essendovi l'artrosi della radio-scafoidea, vi è una perfetta integrità della superficie articolare della testa del capitato (Bedeschi P, 1997) <sup>16</sup>.

# La scafoidectomia con artrodesi parziale o totale della medio-carpale ha un'appropriata indicazione chirurgica nei polsi SLAC 3, SNAC 3, SMAC 3, SCAC 2 e 3 e KDAC 4A, nei quali vi è la degenerazione artrosica della testa del capitato, ma è perfettamente integra l'articolazione radio-lunata (Bedeschi P, 1997) <sup>16</sup>.

# Per attuare la resezione della filiera prossimale del carpo, Bedeschi <sup>16</sup>, Luchetti <sup>30</sup>, Grippi <sup>31</sup> e Adani <sup>32</sup> consigliano la via di accesso volare, mentre per attuare la scafoidectomia con artrodesi medio-carpale è richiesta la via di accesso dorsale. Pertanto nei casi in cui l'esame RX lasci qualche dubbio sulla perfetta integrità della superficie articolare della testa del capitato, Bedeschi <sup>16</sup> e Luchetti <sup>30</sup> hanno consigliato di utilizzare un esame artroscopico preoperatorio della medio-carpale, per dirimere ogni dubbio e poter programmare con sicurezza l'intervento più appropriato.

## La sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato abbinata alla resezione della filiera prossimale carpale

In un articolo pubblicato nel 2002 <sup>17</sup>, prospettai l'ipotesi di recuperare chirurgicamente l'integrità della superficie articolare artrosica della testa del capitato, mediante un tempo chirurgico di sostituzione protesica.

# Secondo la mia ipotesi <sup>17</sup> questo innovativo tempo chirurgico, aggiuntivo alla resezione della filiera prossimale del carpo, avrebbe consentito:

- la sostituzione dell'intervento di scafoidectomia e artrodesi

medio-carpale nei polsi SLAC 3, SNAC 3, SMAC 3, SCAC 2 e 3 e KDAC 4A;

- la possibilità di poter utilizzare anche in questi casi, la via di accesso anteriore;

- una notevole riduzione del ricorso all'artroscopia diagnostica, per stabilire la via di accesso. Purtroppo io non ho potuto realizzare personalmente questo progetto, avendo terminato definitivamente la mia attività chirurgica nel 2002.

#### **A) La protesi per l'estremità prossimale del capitato in cromo-cobalto-molibdeno e/o in titanio (HGP).**

Nel 2001 Grippi, in una rivista di informazione per ortopedici<sup>52</sup>, ha riferito, in via preliminare, su un polso SNAC 3 e su un polso SCAC 3 operati nel 1999 di resezione della filiera prossimale carpale e di sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato.

Nel 2006 Grippi ha pubblicato su questo innovativo intervento un articolo dettagliato sulla Rivista di Chirurgia della Mano<sup>53</sup>.

L'autore riferiva di aver eseguito, dal 1999 al 2005, 10 interventi di sostituzione protesica della testa artrosica del capitato, in aggiunta alla resezione della filiera prossimale del carpo.

In 7 casi, operati dal 1999 al 2002, Grippi aveva utilizzato la protesi monoblocco in titanio, utilizzata anche per la rizoartrosi.

In altri 3 casi, operati dal 2003 al 2005, Grippi aveva utilizzato la protesi modulare **HGP**, costituita da una testina in cromo-cobalto-molibdeno e da uno stelo in titanio, fabbricata dalla ditta SAMO di Granarolo Emilia.

Con mia grande soddisfazione constatai che era stato brillantemente attuato l'intervento chirurgico che io avevo preconizzato da metà degli anni '90 e inoltre che tale innovativo intervento era stato messo a punto e realizzato mediante la via di accesso volare, della quale io sono stato il principale fautore in campo internazionale.

Al controllo a distanza medio di 44 mesi (da 3 a 82 mesi) di 8 casi operati con indicazione appropriata (3 polsi SLAC 3, 2 SNAC 3 e 3 SCAC 2 o 3) l'autore ha riscontrato:

- assenza di dolore in 7 casi e leggero dolore occasionale in 1 caso;

- grado di flessione-estensione superiore al 75% del polso controlaterale in 7 casi e superiore al 50% del controlaterale in 1 caso.

Nel gennaio 2024 Grippi mi comunicava<sup>31</sup> che dal 2006 al 2018 aveva eseguito questo intervento, sempre per via volare, in altri 35 polsi, ottenendo dei risultati in linea con quelli ottenuti nei casi pubblicati nel 2006. Nella Fig 7 (A-B) vi sono le inedite immagini RX, gentilmente concesse da Gaetano Maurizio Grippi, di un polso SCAC 2 e del soddisfacente esito a 6 anni dall'intervento di RFPC e sostituzione dell'estremità prossimale del capitato, con protesi modulare HGB (testina in cromo-cobalto-molibdeno e stelo in titanio).

Il soddisfacente recupero funzionale della flessione-estensione riscontrato nei controlli dei polsi operati di RFPC e protesi per la testa del capitato per via volare ha confermato gli eccellenti risultati funzionali ottenuti dopo l'intervento di semplice resezione della filiera prossimale carpale, sempre eseguito con via di accesso volare<sup>31</sup>.

#### **B) La protesi per l'estremità prossimale del capitato in pirocarbonio (RCPI).**

Ho letto recentemente un articolo di memorie pubblicato nel 2013<sup>54</sup> dal mio caro amico francese Allieu, già direttore del dipartimento di Chirurgia della mano nell'Ospedale universitario di Montpellier.

In tale articolo Allieu ricordava che all'inizio degli anni '90 aveva costituito con i colleghi Pèquignot di Nizza e Bellemère di Nantes un gruppo di studio che iniziò a collaborare con la manifattura Tornier di Montbonnot-Saint Martin, presso Grenoble, per progettare e quindi realizzare nuovi impianti protesici per il polso e la mano, utilizzando un innovativo materiale: il pirocarbonio.

**#** Bellemère, in un completo e dettagliato articolo pubblicato nel 2018<sup>55</sup>, ricorda che questo materiale è costituito da un substrato di grafite rivestito da un sottile strato di carbonio pirolitico. Si tratta di un materiale inerte, biocompatibile e con un modulo di elasticità simile a quello dell'osso corticale.

Il pirocarbonio è inoltre dotato della caratteristica particolare di adsorbire sulle sue superfici i fosfolipidi e in particolare quelli chiamati in inglese "surface active phospholipids" (SAPL). Questi fosfolipidi sono prodotti nelle articolazioni sane dai sinoviociti tipo B e agiscono come lubrificanti e protettori anti usura delle cartilagini articolari<sup>55</sup>.

La componente principale dei SAPL ha una forte affinità per il pirocarbonio e questo ne spiega la sua notevole proprietà tribologica di lubrificazione e di riduzione della frizione tra la cartilagine articolare e la superficie dell'impianto protesico in pirocarbonio<sup>55</sup>.

Bellemère ricorda nel suo articolo<sup>55</sup> che in 20 anni il gruppo di studio, promosso da Allieu, ha ideato e fatto realizzare dalla manifattura Tornier una quindicina di impianti protesici in pirocarbonio per il polso e la mano, di tre tipi: per interposizione, per artroprotesi e per emiartroplastica.

Tra gli **impianti per interposizione**, sferici o ovoidali, ricordo quelli sostitutivi:

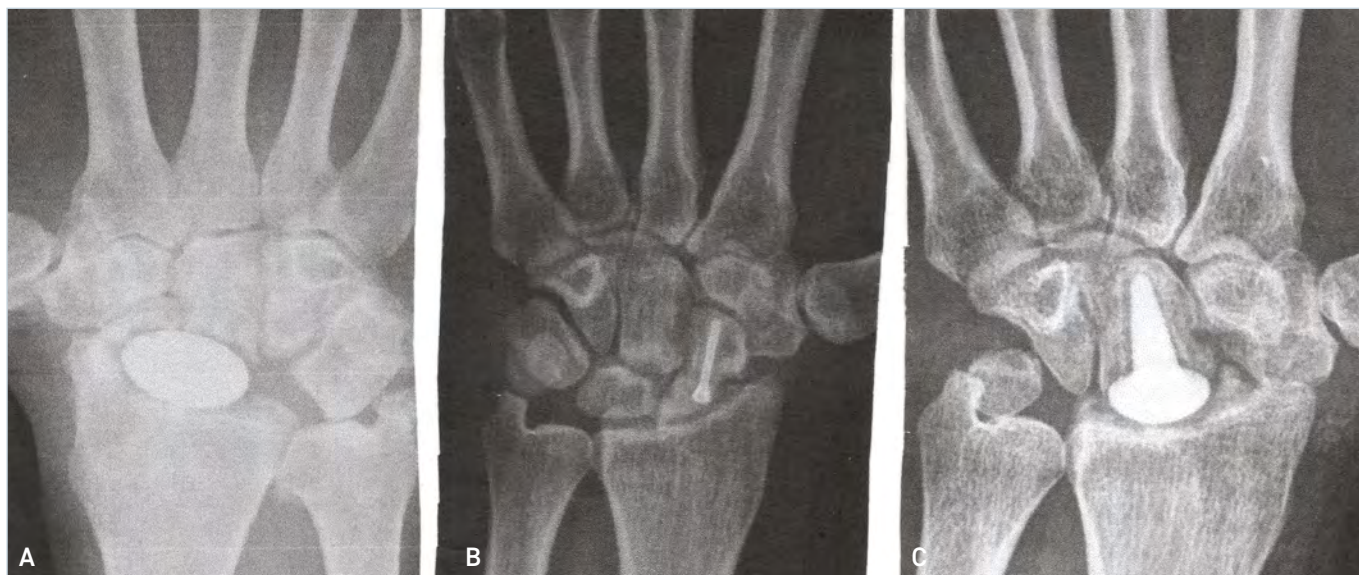
- del trapezio, per artrosi T.M. (**Pi2 o Pyrodisk**);

- del polo distale dello scafoide, per artrosi STT (**STA**);

- del polo prossimale necrotico dello scafoide, in seguito a pseudoartrosi (**APSI**);

- del semilunare necrotico, per malattia di Kienbock (**Pi2 o APSI**);

- del semilunare, dei due terzi prossimali dello scafoide e della testa del capitato, in casi con gravi danni cartilaginei alla articolazione radio-carpale (radio-scafoidea e radio-lu-



**Figura 8.** Immagini RX di un polso operato con protesi Amandis (A) e di un polso già operato di riduzione di frattura-lussazione trans-scafo perilunata del carpo e, con insuccesso, di osteosintesi con vite dello scafoide ed evoluto a SNAC 3 (B-C). A) L'esame RX post-operatorio evidenzia che la protesi Amandis è stata applicata dopo resezione del semilunare, dei due terzi prossimali dello scafoide e della testa del capitato. Secondo l'ideatore di questa protesi in pirocarbonio, Philippe Bellemère<sup>55</sup>, l'utilizzo di questa protesi è indicato nelle gravi alterazioni degenerative associate della radio-carpale e della medio-carpale, ed è una alternativa all'artrosi totale o alla protesi totale del polso B) L'esame radiografico evidenzia la pseudoartrosi dello scafoide, avvenuta nonostante l'osteosintesi con vite, con artrosi radio-scafoidea e luno-capitata (SNAC 3). C) L'esame RX dopo RFPC e protesi RCPI (in pirocarbonio) evidenzia l'ottima applicazione della protesi sostitutiva dell'estremità prossimale del radio e l'assoluta assenza di segni di artrosi 8 anni dopo l'intervento. (Immagini inedite RX gentilmente concesse da Augusto Marcuzzi<sup>34</sup>).

nata) e alla articolazione medio-carpale (luno-capitata), sia per grave trauma che per artrite reumatoide (**Amandys**) (Fig. 8A). L'ideatore P. Bellemère la considera una valida alternativa sia alla protesi totale che all'artrosi totale di polso<sup>55</sup>.

Tra gli **impianti per protesi totale**, dotati di stelo per la fissazione all'osso, ricordo quelli sostitutivi:

- dell'articolazione metacarpo-falangea (**MCP total joint**);
- dell'articolazione interfalangea prossimale (**PIP total joint**).

Tra gli **impianti per emiartroplastica**, dotati di stelo per la fissazione all'osso, ricordo quelli sostitutivi:

- della base del primo metacarpale, per artrosi della T.M. (**Saddle**);
- della base del primo metacarpale, con modellamento della contrapposta superficie articolare del trapezio, per artrosi della T.M. (**CMI**);
- della testa del capitato, in aggiunta alla resezione della filiera prossimale del carpo (**RCPI**), per i polsi SLAC 3, SNAC 3, SMAC 3, SCAC 2 o 3, KDAC 4A.

**C) Chirurghi che hanno utilizzato la protesi RCPI in associazione alla resezione della filiera prossimale carpale.**

# Da quanto mi risulta, la prima utilizzazione della protesi

RCPI in aggiunta alla RFPC è stata eseguita da Marcuzzi, allievo della Scuola di Chirurgia della mano di Modena. In un articolo preliminare del 2006<sup>56</sup>, Marcuzzi et al. riferirono su due casi operati nel 2004 (un polso SNAC 3 e un altro SCAC 3).

In un articolo del 2011<sup>57</sup> Marcuzzi et al. riferirono su 21 casi operati dal 2004 al 2009. I polsi operati erano: 6 SNAC 3, 4 SNAC 4, 8 SLAC 3, 2 SLAC 4 e 1 KDAC 4.

La valutazione degli esiti a distanza di questi 21 casi è compresa nella valutazione di tutti i casi operati dal 2004 al 2021 e pubblicati da Marcuzzi et al. nell'articolo del 2023<sup>58</sup>.

Nell'articolo del 2023 Marcuzzi et al.<sup>58</sup> riferirono su 112 casi operati dal 2004 al 2021 e controllati a distanza media di 6,6 anni (da 2 a 15 anni).

I polsi operati erano: 48 SNAC 3, 7 SNAC 4, 30 SLAC 3, 4 SLAC 4, 8 SCAC 2 o 3, 1 SCAC 4, 7 KDAC 4 e altri 7 di varia eziologia.

In tutti i casi fu utilizzata la via di accesso dorsale. Dopo l'intervento i polsi furono immobilizzati in apparecchio gessato a 20° di estensione per 4 giorni e poi solo di notte per 21 giorni. Furono quindi sottoposti a intensa rieducazione funzionale.

Nella Figura 8B vi è l'inedita immagine RX, gentilmente concesse da Marcuzzi, di un polso già operato di riduzione di frattura-lussazione trans-scafo perilunata del carpo e, con insuccesso, di osteosintesi con vite della frattura dello scafoide ed evoluto a SNAC 3.

Fu pertanto successivamente operato di RFPC plus RCPI e, al controllo a distanza di 8 anni, fu riscontrato un risultato clinico e radiografico (Fig. 8C) molto soddisfacente

Al controllo a distanza di tutta la casistica si riscontrò che 10 polsi erano stati operati di nuovo:

2 polsi: mediante artrodesi totale, per aggravamento dell'artrosi, con forte sintomatologia dolorosa ai movimenti;

2 polsi: mediante resezione tangenziale dorsale del radio a causa di un conflitto doloroso in massima estensione del polso;

1 polso: mediante intervento in due tempi, con applicazione temporanea di cemento antibiotico, a causa di una infezione periprotetica;

5 polsi: mediante ricostruzione legamentosa per instabilità della RUD, preesistente al primo intervento di RFPC plus RCPI.

Al controllo a distanza medio di 6 anni e 7 mesi (da 2 a 15 anni) degli altri 102 casi fu riscontrato:

- una nettissima diminuzione del dolore (VAS da 7,3 a 0,5);
- un significativo aumento della forza di presa (da 8 a 17 Kg);
- un arco di movimento in flessione-estensione medio di 90° (pari al 56% del polso controlaterale).

In un articolo pubblicato nel 2022, Marcuzzi et al.<sup>59</sup> riferiscono su 8 casi operati dal 2005 al 2013 di RFPC plus RCPI per danni complessi a livello del carpo, in esito di pregressi interventi eseguiti, con insuccesso, per trattare dei gravi traumi.

Al controllo a distanza da 2 a 11 anni si è riscontrato un solo caso con esito sfavorevole, per il quale è stato necessario praticare successivamente un intervento di artrodesi totale del polso. Negli altri 7 casi l'esito è stato soddisfacente sia per la remissione del dolore che per il recupero di una limitata, ma utile funzione di movimento del polso.

In base all'esperienza maturata dopo aver operato con successo (a medio termine) una quindicina di casi con alterazione cartilaginea della fossetta lunata del radio, Marcuzzi<sup>34</sup> mi ha precisato di ritenere appropriato e utile l'intervento di RFPC plus RCPI anche nei casi di SLAC 4, SNAC 4, SCAC 4 e KDAC 4B, grazie alla grande bio-compatibilità che ha dimostrato di avere il pirocarbonio.

# In un articolo pubblicato nel 2010<sup>60</sup>, Fernandes et al. hanno riferito su un caso di KDAC 4A operato di RFPC plus RCPI nel 2009 per via dorsale e con immobilizzazione postoperatoria totale di tre settimane.

Al controllo dopo un anno è stato riscontrato una soddisfacente remissione del dolore e un arco di movimento in flessione-estensione medio del polso di 80°, pari al 50% del polso

controlaterale.

# In un articolo pubblicato nel 2011<sup>61</sup> Goubier et al. hanno riferito su 7 pazienti operati di RFPC plus RCPI, mediante via di accesso dorsale e con immobilizzazione postoperatoria totale di una settimana.

Al controllo a distanza medio di 30 mesi (da 6 a 72 mesi) è stata riscontrata una completa remissione del dolore in 6 casi e solo parziale in un caso.

È stato inoltre riscontrato un arco di movimento in flessione-estensione medio del polso di 50°, pari al 34% del polso controlaterale.

# In un articolo pubblicato nel 2012<sup>62</sup>, Szalay et al. hanno riferito su 5 casi (4 SLAC 3 e 1 SNAC 3) operati per via dorsale di RFPC plus PCPI dal 2005 al 2008, con un controllo a distanza medio di 54,4 mesi (da 25 a 68 mesi). L'immobilizzazione postoperatoria totale del polso è stata di 4 settimane. Al controllo a distanza è stato riscontrato un soddisfacente controllo del dolore in tutti i 5 casi e un arco di movimento in flessione-estensione medio del polso di 79°, pari al 50% del polso controlaterale.

# Nella Unità operativa complessa di Ortopedia e Traumatologia 2 del CTO di Torino sono stati eseguiti, dal 2006 al 2023, 40 interventi di resezione della filiera prossimale carpale (RFPC) plus RCPI. Me ne ha dato notizia<sup>63</sup> il Ferrero, dirigente medico della struttura ed esecutore degli interventi. Notizie su parziali casistiche di questa attività chirurgica sono state pubblicate in articoli scritti da Giacalone et al. nel 2017 (25 casi)<sup>64</sup> e da Ferrero et al. nel 2020 (31 casi)<sup>65</sup>. Gli interventi furono eseguiti in casi di SLAC 3 e 4, SNAC 3 e 4 e KDAC 4A e 4B, sempre mediante via di accesso dorsale. L'immobilizzazione postoperatoria è stata completa per 3 settimane e solo notturna con tutore per il polso per 3 mesi. Al controllo a distanza da 2 a 10 anni è stata riscontrata una buona remissione del dolore (indice medio VAS = 2). È stato rilevato un arco medio di movimento in flessione-estensione di 60°, pari al 40% del polso controlaterale e una forza di presa media pari al 54% del polso controlaterale. In 2 casi, a causa di un aggravamento della sintomatologia dolorosa, si è successivamente eseguito un intervento di artrodesi totale del polso.

Secondo Ferrero<sup>63</sup>, come secondo Marcuzzi<sup>34</sup>, l'intervento di RFPC plus RCPI è ritenuto appropriato anche nei casi con alterazioni degenerative della fossetta lunata del radio, ovvero nei casi di SLAC 4, SNAC 4 e KDAC 4B.

# Bastard et al. in un articolo del 2018<sup>66</sup>, riferiscono su un caso di polso SNAC 3 con associato riassorbimento totale intramidollare del capitato, in cui è stato eseguito un intervento di RFPC plus RCPI, previo innesto osseo nel corpo del capitato, prelevato dal semilunare e dallo scafoide, asportati per la resezione della filiera prossimale.

# Pelet et al. in un articolo del 2023<sup>67</sup> riferiscono su 30 pazienti operati di RFPC plus RCPI dal 2005 al 2028 in 5 centri

francesi di Chirurgia della mano e/o di Ortopedia.

Al controllo a distanza medio di 7 anni è stato riscontrato un buon risultato nella remissione del dolore e nel recupero della forza di presa del polso ed un arco di movimento in flessione-estensione medio di 65°, pari al 42% del polso controlaterale. Non è stata rilevata alcuna complicanza postoperatoria.

# Nella Unità operativa complessa di Ortopedia e Chirurgia della mano della Fondazione Policlinico universitario A. Gemelli di Roma sono stati eseguiti, dal 2016 al 2023, 20 interventi di RFPC plus RCPI. Me ne ha dato notizia Fulchignoni, dirigente medico della struttura ed esperto nella chirurgia del polso e della mano<sup>68</sup>.

In tutti i 20 casi, in gran parte SLAC 3 e SNAC 3, è stato effettuato un controllo a distanza medio di 3 anni. Nella gran maggioranza dei casi sono stati riscontrati: una completa remissione del dolore, un buon recupero della forza di presa e un arco di movimento medio compreso tra il 70% e l'80% rispetto a quello del polso controlaterale.

Sull'argomento sono stati pubblicati, ad opera di chirurghi componenti della struttura, i seguenti articoli:

-Una rassegna su cinque articoli, comparsi in letteratura, riguardanti l'utilizzo della protesi RCPI. La rassegna è stata pubblicata nel 2020 da Fulchignoni et al<sup>69</sup>.

-Un articolo sull'impiego della RCPI senza resecare il polo del capitato, pubblicato nel 2021 da Rocchi et al<sup>70</sup>.

-Un articolo sul miglioramento dei risultati della RFPC ad opera dell'impianto RCPI, pubblicato nel 2021 da De Vitis et al<sup>71</sup>.

-Un articolo sull'uso dell'impianto RCPI nell'artrosi del polso degli anziani, pubblicato nel 2022 da Rocchi L. et al<sup>72</sup>.

#### **D) La protesi per l'estremità prossimale del capitato in titanio e cromo-cobalto HVHS**

# Nel capitolo 33 del volume intitolato "Wrist and Elbow Arthroscopy with selected open procedures", pubblicato nel 2022<sup>73</sup> Intravia e Culp riferiscono su 17 interventi di resezione della filiera prossimale del carpo associata a sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato. Gli autori hanno utilizzato una nuova protesi in titanio e cromo-cobalto, prodotta dal 2015 dalla ditta ArthroSurface di Franklin nel Massachusetts (USA) e denominata con l'acronimo HVHS (*hemicapitate wrist hemiarthroplasty system*)<sup>73</sup>.

Ritengo importante rilevare che, a differenza delle protesi HGP e RCPI che hanno una conformazione sferica tronca, simile alla estremità prossimale del capitato, la protesi HVHS è conformata in modo da corrispondere perfettamente alla fossetta lunata del radio. Questa protesi non è quindi in grado di eseguire, nella flessione-estensione del polso, il movimento di traslazione volare e dorsale rispetto alla fossetta lunata del radio, che è invece possibile alla testa del capitato e alle protesi similmente conformate.

I 17 casi erano polsi: SLAC 3, SNAC 3 o KDAC 4A e furono

operati per via dorsale dal 2015 al 2017. Dopo l'intervento furono immobilizzati a 15° di estensione per 3 settimane.

Al controllo a distanza medio di 70 settimane furono riscontrati un netto miglioramento del dolore e della forza di presa e un arco di movimento medio in flessione-estensione di 62°, pari al 41% di quello del polso controlaterale.

# Tofte et al., in un articolo pubblicato online dall'AAHS (*American Association for Hand Surgery*) nel gennaio del 2021<sup>74</sup>, riferiscono su 33 polsi (SLAC 3, SNAC 3, SCAC 3 o KDAC 4A) operati di resezione della filiera prossimale carpale per via dorsale, associata all'applicazione della protesi HVHS per l'estremità prossimale del capitato.

In 14 casi fu applicata la sola protesi HVHS, in 10 casi fu aggiunta l'interposizione di un lembo capsulare dorsale e negli altri 9 casi fu aggiunta l'interposizione di tessuto alloplastico. Dopo l'intervento i 33 polsi furono immobilizzati a 15° di estensione per 3 settimane.

Al controllo a distanza medio di 13 mesi (da 6 a 33 mesi) fu riscontrato un netto miglioramento del dolore e della forza di presa e un arco di movimento in flessione-estensione medio di 69°, pari al 46% di quello del polso controlaterale.

Sono stati operati di nuovo 6 pazienti (pari al 18%): in 3 casi per grave rigidità del polso, in 1 caso per sublussazione della protesi e in 2 casi per erosione della fossetta lunata del radio.

#### **E) La protesi accoppiata ceramica-ceramica in sostituzione della radio-capitata.**

In un articolo pubblicato nel 2011 sulla Rivista di Chirurgia della mano<sup>75</sup> Di Ianni et al. riferiscono su 98 interventi di artroplastica eseguiti, tra il 2002 e il 2008, mediante vari tipi di protesi totali accoppiate *ceramica-ceramica* in casi di artrosi del polso e della mano su:

-63 pazienti con artrosi della trapezio-metacarpale;

-16 pazienti con artrosi del polso;

-12 pazienti con artrosi di una o più interfalangee prossimali;

-7 pazienti con artrosi di una o più metacarpo-falangee.

# Dei 16 pazienti con artrosi del polso;

-8 avevano polsi SNAC o SLAC;

-4 avevano polsi KDAC;

-4 avevano un'artrosi idiopatica;

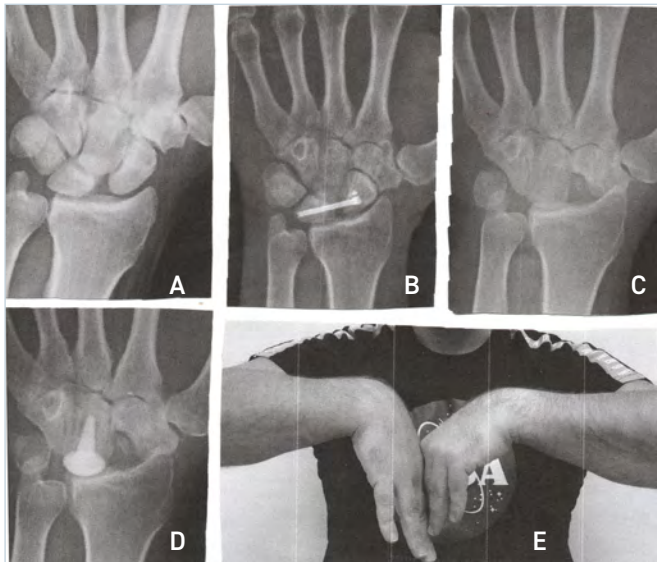
-2 avevano un'artrosi secondaria a frattura dell'epifisi distale del radio.

Il caso di artrosi del polso, documentato con esami RX del polso pre- e post-operatori a pag. 34, e che è stato sottoposto a protesi totale accoppiata *ceramica-ceramica* in sostituzione protesica della radio-capitata, era un polso SLAC 3, con artrosi radio-scafoidea e luno-capitata e integrità della radio-lunata.

#### **F) Caso problematico**

In appendice ritengo interessante descrivere un caso problematico inedito, gentilmente concesso da Ferrero per la pubblicazione in questo articolo.





**Figura 9.** Immagini RX (A-B-C-D) e fotografia (E) di un caso postraumatico problematico. A) All'esame RX del polso sinistro di un militare di 45 anni, che un mese prima aveva riportato un trauma in iperestensione del polso, risulta evidente un quadro tipico di dissociazione scafo-lunata. Il paziente è stato operato di procedura RASL mediante vite di Herbert. B) L'esame RX eseguito un anno dopo l'intervento di RASL evidenzia che la vite mantiene fissati, ma distanziati tra loro, lo scafoide e il semilunare, che lo scafoide è ruotato in flessione e che lo spazio articolare luno-capitato si è ristretto. Dal punto di vista clinico il paziente accusava vivo dolore ai movimenti del polso. È stato allora operato di resezione della filiera prossimale carpale. C) L'esame RX eseguito un anno dopo la RFPC dimostra che si è instaurata un'artrosi radio-capitata. Clinicamente il militare ha di nuovo vivi dolori ai movimenti del polso. È stato pertanto sottoposto a un intervento di sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato con protesi RCPI. D) L'esame RX eseguito un anno dopo l'intervento di RCPI dimostra una buona congruenza della protesi con la fossetta lunata del radio e assenza di segni di artrosi. Clinicamente il militare ha una completa remissione del dolore e un buon recupero della forza di presa e del movimento di estensione del polso, mentre è limitato il movimento di flessione. E) L'immagine fotografica dimostra che la flessione del polso sinistro è limitata a 40°, pari al 50% del movimento del polso sano controlaterale. Questa limitazione del movimento dipende certamente dai fenomeni cicatriziali capsulari e pericapsulari dorsali conseguenti ai tre interventi chirurgici eseguiti nel polso tutti per via dorsale. (Le 4 immagini RX e quella fotografica sono inedite e sono state gentilmente concesse da Matteo Ferrero)

Si tratta di un militare di 45 anni che, in seguito a un trauma

in iperestensione del polso sinistro aveva riportato un mese prima una dissociazione scafo-lunata (Fig. 9A). Il paziente fu operato di procedura RASL (reduction and association of the scaphoid and lunate) mediante vite di Herbert. Lo scopo di questo intervento, proposto nel 1997 da Rosenwasser et al.<sup>76</sup>, è quello di formare tra le due ossa carpali una specie di pseudoartrosi, ossia un tessuto fibroso che mantenga una normale congruenza, evitando l'evoluzione verso l'instabilità, il collasso e l'artrosi del carpo.

Purtroppo è stato successivamente riscontrato che la procedura RASL è caratterizzata da un'alta percentuale di insuccessi anche a breve termine<sup>77</sup>.

Nel caso qui descritto si è avuto ugualmente un insuccesso. Infatti dopo un anno è comparsa una forte sintomatologia dolorosa nei movimenti del polso.

Al controllo radiografico si è riscontrato che la vite mantiene fissati, ma distanziati fra loro, lo scafoide e il semilunare e inoltre che lo scafoide è ruotato in flessione e che lo spazio articolare tra semilunare e capitato si è ristretto, per iniziale degenerazione artrosica del capitato (Fig. 9B).

È stato allora eseguito un intervento di resezione della filiera prossimale carpale, ma dopo circa un anno è ricomparso il dolore e, all'esame RX, si è evidenziata un'artrosi radio-capitata (Fig. 9C).

Si è allora deciso di effettuare una sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato con protesi RCPI (Fig. 9D).

Il risultato clinico a distanza di un anno è stato molto soddisfacente in relazione alla sintomatologia dolorosa, alla forza di presa e anche al movimento di estensione del polso. Il movimento di flessione è invece risultato limitato a 40°, pari al 50% del polso controlaterale (Fig. 9E). Ritengo che la notevole limitazione della flessione del polso sia conseguenza dei notevoli fenomeni cicatriziali capsulari e pericapsulari dorsali, in seguito ai tre interventi chirurgici eseguiti tutti per via dorsale.

## Conclusioni

Al termine di questo elaborato ritengo doveroso esplicitare le indicazioni chirurgiche che ritengo più appropriate alle varie situazioni patologiche.

Per quanto riguarda la resezione della filiera prossimale del carpo, eseguita mediante via di accesso volare, tengo conto innanzitutto della mia esperienza personale acquisita negli anni 80' e 90'. Tengo conto inoltre della esperienza che alcuni chirurghi hanno acquisito vedendomi eseguire nella Clinica Ortopedica di Modena questo tipo di intervento chirurgico e/o ascoltando le mie relazioni su questo argomento, in qualche congresso o corso di aggiornamento. Essi sono: Riccardo Luchetti, Roberto Adani, Giuseppe Gobbi, Gaetano

Maurizio Grippi e Giorgio Pilato.

Per quanto riguarda la sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato, mi avvalgo dell'esperienza degli autori citati in questo articolo e, in particolare, di quelli che ho avuto il piacere di interpellare per telefono o per e-mail: Gaetano Maurizio Grippi, Augusto Marcuzzi, Matteo Ferrero e Camillo Fulchignoni.

# Nei casi di collasso carpale con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea, e a volte anche scafo-capitata, ma con perfetta integrità della luno-capitata e della radio-lunata e cioè nei polsi:

SLAC 1 o 2, SNAC 1 o 2, SMAC 1 o 2, KDAC 3A o 3B e SCAC 1, ritengo che l'indicazione elettiva sia: *la resezione della filiera prossimale carpale mediante la via di accesso volare.*

# Nei casi di collasso carpale con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea, e a volte anche scafo-capitata, e con artrosi della luno-capitata, ma con integrità della radio-lunata e cioè nei polsi: SLAC 3, SNAC 3, SMAC 3, KDAC 4A e SCAC 2 o 3, ritengo che l'indicazione elettiva sia: *la resezione della filiera prossimale carpale mediante la via di accesso volare, associata alla sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato con impianto in pirocarbonio RCPI.*

# Nei casi di collasso carpale con artrosi stilo-scafoidea e/o radio-scafoidea, e a volte anche scafo-capitata, e con artrosi sia della luno-capitata che della radio-lunata e cioè nei polsi: SLAC 4, SNAC 4, KDAC 4B e SCAC 4, ritengo vi siano quattro indicazioni opzionali:

1) *La resezione della filiera prossimale carpale associata alla sostituzione protesica dell'estremità prossimale del capitato con impianto in pirocarbonio.* Questa indicazione, come ho già ricordato in questo articolo, è sostenuta sia da Marcuzzi<sup>34</sup> che da Ferrero<sup>63</sup>.

2) *L'impianto per interposizione Amandys in pirocarbonio, previa resezione del semilunare, dei due terzi prossimali dello scafoide e della testa del capitato.* Questa indicazione, come ho già ricordato in questo articolo, è sostenuta da Bellemère<sup>55</sup>.

*La protesi totale di polso* (che non è oggetto di analisi in questo articolo). Mi limito ad auspicare che la manifattura Tornier di Grenoble, che già ha realizzato delle protesi totali in pirocarbonio per le metacarpo-falangee e per le interfalangee prossimali, realizzi anche una protesi totale in pirocarbonio per l'articolazione radio-capitata.

*L'artrodesi totale del polso.* Questa indicazione ritengo sia maggiormente appropriata per le persone giovani, addette a lavori manuali pesanti.

## Bibliografia

- 1 Inglis A.E, Jones E.C. Proximal row carpectomy for diseases of the proximal row. J. Bone Joint Surg. 1977; 59A: 460-463.
- 2 Stamm T.T. Excision of the proximal row of the carpus. Pro-

ceed. Royal Soc. Med. 1944; 38: 74-75.

- 3 Stack J.K. End results of excision of the carpal bones. Arch. Surg. 1948; 57(2): 245-252.
- 4 McLaughlin H.L, Baab O.D. Carpectomy. Surg. Clin. North Am. 1951; 31(2): 451-461.
- 5 Crabbe W.A. Excision of the proximal row of the carpus. J. Bone Joint Surg. 1964; 46B: 708-711.
- 6 Campbell R.D.Jr, Thompson D.C, Lace E.M, Adler J.E. Indications for open reduction of lunate and perilunate dislocations of the carpal bones. J. Bone Joint Surg. 1965; 47A: 915-937.
- 7 Jorgensen E.C. Proximal row carpectomy. J. Bone Joint Surg. 1969; 51A: 1104-1111.
- 8 Steinhäuser J. Langzeitergebnisse mit der trans-naviculo-lunaren Resektionsarthroplastik bei fortgeschrittener Mondbeins Krose. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 1974; 78: 237-247.
- 9 von Donnersmarck H, Küswetter W, Witt A.N. Biomechanische und klinische Untersuchungen zur trans-naviculo-lunaren Resektionsarthroplastik nach Steinhäuser. Archiv Orthop. Unfall-Chir. 1976; 84: 129-148.
- 10 Schernberg F, Lamarque B, Genevray J.C, Gerard Y. La résection arthroplastique de la première rangée de os du carpe. Ann. Chir. 1981; 35: 269-274.
- 11 Bedeschi P. La resezione della filiera prossimale del carpo. Relazione al 23° Corso di aggiornamento sulla Chirurgia della mano. Modena, 14-17 dicembre, 1988.
- 12 Bedeschi P, Folloni A, Landi A. Artrosi del polso. Riv. Chir. Mano 1991; 28: 38-65.
- 13 Neviasser R.J. Proximal row carpectomy for post-traumatic disorders of the carpus. J. Hand Surg. Am. 1983; 8A (3): 301-305.
- 14 Bedeschi P. Volar approach for resection of the proximal carpal row. Proceedings of the 25th Congress of the French Society for Surgery of the Hand, Paris, Dec. 1-2, 1989.
- 15 Bedeschi P. Modified volar approach for resection of the proximal carpal row. Proceedings of the Symposium of the French Institute for Surgery of the Hand, Paris, April: 26-30, 1994.
- 16 Bedeschi P. La resezione della prima filiera del carpo. In: Monografie SICM, Lo Scafoide, Mattioli Ed, Fidenza, 1997; Vol. 2: 225-233.
- 17 Bedeschi P. Trattamento chirurgico: la carpectomia prossimale e la scafoidectomia associata all'artrodesi medio-carpale. GIOT, 2002; 28: S142-S147.
- 18 Sarrafian S.K, Melamed J.L, Goshgarian G.M. Study of wrist motion in flexion and extension. Clin. Orthop. Related Research, 1977; 126: 153-159.
- 19 Mele R, Pinat F. Principi di anatomia funzionale e biomeccanica dell'arto superiore. In: Landi A, Catalano F, Luchetti R.. Trattato di Chirurgia della Mano. Verduci Ed. Roma, 2007; Vol. 1: 3-15.
- 20 Atzeni F, La Corte L, Masala I.F. Semeiotica del polso. Rheumatolab.it Letto il 29/11/2023.
- 21 Kobayashi M, Berger R.A, Nagy L, Linscheid T.L, Uchiyama S, Ritt M, An K.N. Normal kinematics of carpal bones: a three dimensional analysis of carpal bones motion relative to radius. J. Biomech, 1997; 30(8): 787-793.

- 22 Blankenhorn B.D, Pfaeffle H.J, Tang P, Robertson D, Imbriglia J.E, Goetz R.G. Carpal kinematics after proximal row carpectomy. *J. Hand Surg. Am.* 2007; 32 (1): 37-46.
- 23 Imbriglia J.E, Broudy A.S, Hagberg W.C, McKernan D, Proximal row carpectomy: clinical evaluation. *J. Hand Surg. Am.* 1990; 15(3): 426-430.
- 24 Bedeschi P, Folloni A, Guicciardi L. Cinematica del polso operato di resezione della filiera prossimale del carpo: valutazione clinica e mediante T.C.. Atti del 16° Congresso della Società Italiana di Ricerche in Chirurgia. Trieste, 9-11 maggio, 1991.
- 25 Hogan C.J, McKay P.L, Degnan G.G. Changes in radiocarpal loading characteristics after proximal row carpectomy. *J. Hand Surg Am* 2004;29(6):1109-1113.
- 26 Luchetti R, Soragni O, Fairplay T. Proximal row carpectomy through a palmar approach. *J. Hand Surg* 1988; 23B: 406-409.
- 27 Gobbi G, Guerra M, Baudi P, Rossi Urtoler E. La resezione della prima filiera carpale per via volare nell'artrosi del polso. *Atti SERTOT* 2000; 42: 37-40.
- 28 Pilato G, Bini A, Baldo F, Murena L. Proximal row carpectomy through volar approach. *J. Hand Surg.* 2003; 28B (Suppl. 1): 57 (Abstract).
- 29 Van Amerongen E.A, Schuurman A.H. Proximal row carpectomy: a volar approach. *Acta Orthop. Belg.* 2008; 74(4): 451-455.
- 30 Luchetti R. Proximal row carpectomy, scaphoidectomy with midcarpal arthrodesis or midcarpal tenodesis: when and how to use. *J. Hand Surg. Eur.* 2018; 43(6): 579-588.
- 31 Grippi G.M. Comunicazione personale, gennaio, 2024.
- 32 Adani R. Comunicazione personale, gennaio 2024.
- 33 Watson H.K, Ballet F.L. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J. Hand Surg. Am.* 1984; 9A: 358-365.
- 34 Marcuzzi A. Comunicazione personale, febbraio 2024.
- 35 Vender M.I, Watson H.K, Wiener B.D, Black D.M. Degenerative changes in symptomatic scaphoid non-union. *J. Hand Surg. Am.* 1987; 12A: 514-519.
- 36 Krakauer J.D, Bishop A.T, Cooney W.P, Rochester M.N. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse. *J. Hand Surg.* 1994; 19A: 751-759.
- 37 Moritomo M, Tada K, Yoshida T, Masatomi T. The relationship between the site of nonunion of the scaphoid and scaphoid non-union advanced collapse. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999; 81(5): 871-876.
- 38 Amadio P.C, Berquist T.H, Smith D.K, Ilstrup D.M, Cooney W.P, Linscheid R.L. Scaphoid malunion. *J. Hand Surg.* 1989; 14A: 679-687.
- 39 Kienböck R. Über traumatische Malazie des Mondbeins und ihre folgezustände: Entartungsformen und Kompressionsfrakturen. *Fortschr Geb Röntgenstr.* 1910; 16: 77-103.
- 40 MacLean S.B.M, Kantar K, Bain G.I, Lichtman D.M. The role of wrist arthroscopy in Kienbock's disease. *Hand Clin.* 2017; 33: 727-734.
- 41 Lichtman D.M, Mack G.R, MacDonald R.I, Gunter S.F, Wilson J.N. Kienbock's disease: the role of silicone replacement arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1977; 59A (7): 899-908.
- 42 Mascia M.T, Marcuzzi A, Kantunakis G.C. Artropatia da pirofosfato di calcio (Condrococalcosi). *Riv. Chir. Mano* 2017; 54(1): 71-78.
- 43 Romano S, De Schrijver F, Pigeau I, Saffar P. The SCAC wrist: a new entity in Orthopedics ? *Orthop. Proceedings*, 2002; 84B (Supp. III): 309.
- 44 Dacho A, Grundel J, Holle G, Germann G, Sauerbier M. Long term results of midcarpal arthrodesis in the treatment of scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC-Wrist) and scapholunate advanced collapse (SLAC-Wrist). *Ann. Plastic. Surg.* 2006; 56(2): 139-144.
- 45 Kendall C.B, Brown T.R, Millon S.G, Rudisill Jr. L.E, Sanders J.L, Tanner S.L. Results of four-corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. *J. Hand Surg. Am.* 2005; 30A (5): 903-907.
- 46 Vance M.C, Hernandez J.D, Di Donna M.L, Stern P. J. Complications and outcome of four-corner arthrodesis: circular plate fixation versus traditional techniques. *J. Hand Surg. Am.* 2005; 30A (6): 1122-1127.
- 47 Richards A.A, Afifi A.M, Monheim M.S. Four-corner fusion and scaphoid excision using headless compression screws for SLAC and SNAC wrist deformities. *Tech. Hand Upper Extrem. Surg.* 2011; 15(2): 99-103.
- 48 Kirschenbaum D, Schneider L.H, Kirkpatrick W.H, Adams D.C, Cody R.P. Scaphoid excision and capitulunate arthrodesis for radioscaphoid arthritis. *J. Hand Surg. Am.* 1993; 18A (5): 780-785.
- 49 Calandruccio L.H, Gelberman R.H, Duncan S.F.M, Goldfarb C.A, Pae R, Gramig W. Capitulunate arthrodesis with scaphoid and triquetrum excision. *J. Hand Surg. Am.* 2000; 25A (5): 824-832.
- 50 Gaston R.G, Greenberg J.A, Baltera R.M, Mih A, Hastings H. Clinical outcomes of scaphoid and triquetral excision with capitulunate arthrodesis versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg. Am.* 2009; 34A (8): 1407-1412.
- 51 Bonucci P.L, Marcialis M, Cristiani G, Caroli A. Scafoidectomia e artrodesi capito-lunata nel trattamento del collasso carpale (SLAC, SNAC): proposta di trattamento mediante l'utilizzo di cambre in titanio a memoria di forma e stimolazione biofisica. *Riv. Chir. Mano*, 2013; 50: 305-306.
- 52 Grippi G.M. La chirurgia della coxa manus. *Ortop. traumat. in-former* 2001; 7: 47-51
- 53 Grippi G.M. La protesizzazione della testa del capitato. Indicazioni e tecnica chirurgica. *Riv. Chir. Mano* 2006; 43 (1): 3-18.
- 54 Allieu Y. The wrist in my three lifetimes. *J. Wrist Surg.* 2013; 2: 199-205.
- 55 Bellemère P. Pyrocarbon implants for the hand and wrist. *Hand Surg. Rehab.* 2018; 37(3): 129-154.
- 56 Marcuzzi A, Della Rosa N, Landi A. Esperienza preliminare sull'utilizzo della protesi RCPI. *Riv. Chir. Mano*, 2006;43 (2): 187.
- 57 Marcuzzi A, Fini N, Russomando A, Portincasa A, Landi A, Sartini S. L'utilizzo della protesi RCPI nel trattamento della patologia cronica del polso: tecnica chirurgica e risultati. *GIOT*, 2011; 37: 135-144.
- 58 Marcuzzi A, Pederiva D, Pilla F, Canovi A, Corradini A, Ruffilli A, Faldini C, Vita F. The use of resurfacing capitate pyrocarbon

- implant (RCPI) in chronic diseases of the wrist: outcomes of more than 100 cases. *Musculoskeletal Surg*, 2023; <https://doi.org/10.1007/s12306-023-00803-z>
- <sup>59</sup> Marcuzzi A, Fulchignoni C, Teodori J, Rocchi L: Resurfacing capitate pyrocarbon implant as salvage procedure in several serious outcomes of carpal injuries. Clinical experience and follow up. *Acta Biomed. Atenei Parm.* 2022; 92: e 2021536
- <sup>60</sup> Fernandes C.H, Santos J.B.G, Nakashima L.R, Hirakawa C, Faloppa F, Albertosi W.M. Resurfacing capitate pyrocarbon implant (RCPI): an alternative treatment for aseptic necrosis of the lunate stage 4 of Lichtmann classification. A case report. *J. Orthopaedics* 2010; 7(3): e10.
- <sup>61</sup> Goubier J-N, Vogels J, Teboul F. Capitate pyrocarbon prosthesis in radiocarpal osteoarthritis. *Techn. Hand Up. Extrem. Surg.* 2011; 15(1): 28-31.
- <sup>62</sup> Szalay G, Stigler B, Kraus R, Boehringer G, Schnettler R. Proximal row carpectomy and replacement of the proximal pole of the capitate by means of a pyrocarbon cap (RCPI) in advanced carpal collapse.; *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir*,2012;44 (1): 17-22
- <sup>63</sup> Ferrero M. Comunicazione personale, ottobre 2024.
- <sup>64</sup> Giacalone F, Di Summa P.G, Fenoglio A, Sard A, Dutto E, Ferreo M, Bertolini M, Resurfacing capitate pyrocarbon implant versus proximal row carpectomy alone: a comparative study to evaluate the role of capitate prosthetic resurfacing in advanced carpal collapse. *Plast. Reconstr. Surg.* 2017; 140(5): 962-970.
- <sup>65</sup> Ferrero M, Di Summa P.G, Giacalone F, Senesi L, Sapino G, Battiston B. Salvage of advanced carpal collapse with pyrocarbon resurfacing of the capitate versus four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* 2020; 45(7): 687-692.
- <sup>66</sup> Bastard C, Goubier J.N, Teboul F. Proximal row carpectomy with resurfacing capitate pyrocarbon implant with bone graft for scaphoid nonunion advanced collapse III wrist with total intramedullary bone resorption of the capitate; a case report. *J. Orthop. Case Rep.* 2018; 8(4): 35-37.
- <sup>67</sup> Pelet H, Delgove A, Morchikh A, Duet B, Harper L, Laumonerie P, Abi-Chahla M-L. Long-term results of first row carpectomy with proximal capitate resurfacing using a pyrocarbon implant. *J. Hand Surg. Eur.* 2023; 48(6): 561-565.
- <sup>68</sup> Fulchignoni C. Comunicazione personale, ottobre 2023.
- <sup>69</sup> Fulchignoni C, Caviglia D, Rocchi L, Resurfacing capitate pyrocarbon implant after proximal row carpectomy: a literature review. *Orthop. Rev.* 2020; 12 (suppl.1): 8679.
- <sup>70</sup> Rocchi L, Fulchignoni C, Marcuzzi A. Resurfacing capitate pyrocarbon implant without capitate pole resection to improve clinical results in the treatment of chronic wrist arthritis. *Techn. Hand Up. Extrem. Surg.* 2021; 25(4): 213-218.
- <sup>71</sup> De Vitis R, Passiatore M, Cilli Y, Pamelin E, Velluto C, Ceravolo I, D'Orio M, Ferrari F, Taccardo G. Secondary wrist arthritis in active workers: does capitate pyrocarbon resurfacing (RCPI) improve proximal row carpectomy? A retrospective cohort study. *J- Hand Surg. Asian-Pacif. Vol.* 2021; 26(4): 625-634.
- <sup>72</sup> Rocchi L, De Vitis R, Pietramala S, Fulchignoni C, D'Orio M, Mazzoni V, Marcuzzi A. Resurfacing capitate pyrocarbon implant for the treatment of advanced wrist arthritis in the elderly: a retrospective study. *Eur. Rev. Med. Farmac. Sciences* 2022; 26: 92-99.
- <sup>73</sup> Intravia J.M, Culp R.W. Capitate resurfacing. In: Geissler W.B. Ed. *Wrist and elbow arthroscopy with selected open procedures*, Springer 3a ed, 2022; pp. 423-429.
- <sup>74</sup> Tofté J.N, Tosti R, Gaspar M.P, Osterman M, Katolik L.I, Osterman A.L, Culp R.W. Capitate resurfacing implant arthroplasty with and without interposition: preliminary results. AAHS Virtual session. <https://meeting.handsurgery.org/abstracts/2021/12.cgi>
- <sup>75</sup> Di Ianni G, Grasso I, Tundo P, Felicioni D, Becchi A. La protesi in ceramica nell'artrosi della mano. *Riv. Chir. Mano* 2011; 48(1): 31-39.
- <sup>76</sup> Rosenwasser M.P, Miyasajsa K.C, Kenji C.M.D, Strauch R.J. The RASL procedure: reduction and association of of the scaphoid and lunate using the Herbert screw: techniques in hand upper extremity surgery. *Tech. Hand Up. Extrem. Surg.* 1997; 1(4): 263-272.
- <sup>77</sup> Aibinder W.R, Izadpanah A, Elhassan B.T. Reduction and association of the scaphoid and lunate: a functional and radiographic outcome study. *J. Wrist Surg.* 2019; 8(1): 37-42.