

Le instabilità del carpo

R. LUCHETTI, L. PEGOLI, I. PAPINI ZORLI, M. GARCIA-ELIAS

INTRODUZIONE

Le problematiche del polso, correlate a frattura delle ossa carpali o lesioni legamentose, hanno sempre interessato gli specialisti in chirurgia della mano¹. Nelle ultime tre decadi molto è stato scoperto attraverso studi in laboratorio e la ricerca clinica. Purtroppo ci sono problemi che sono stati solo parzialmente esplorati, e molti dei trattamenti sono raccomandati basandosi su intuizioni. Questi problemi non sono privi di conseguenze a livello sociale sia in termini di disabilità¹ che di morbidità².

Questo capitolo include gli ultimi sviluppi nel trattamento dell'instabilità carpale^{1,3,4}. La terminologia utilizzata è conforme con le proposte recentemente pubblicate dall'IWIW (International Wrist Investigators Workshop)³.

BIOMECCANICA

Il polso necessita di estrema mobilità e deve essere capace di sostenere considerevoli forze e torsioni senza cedere in modo da facilitare la posizione della mano mentre manipola gli oggetti, solleva pesi, od esegue specifici compiti di attività quotidiana. Questo può essere fatto solo attraverso una perfetta interazione tra i tendini, le superfici articolari ed i tessuti molli. Sono state proposte differenti teorie per spiegare il meccanismo funzionale del polso (Tab. 10-1).

CINEMATICA CARPALE

Il polso può essere mosso passivamente da forze esterne o attivamente dalla contrazione dei muscoli e dei tendini che attraversano le articolazioni¹. La loro funzione ed efficacia dipende dalla loro posizione e distanza rispetto al centro di rotazione del carpo^{5,6}.

Eccetto che per il pisiforme, la filiera prossimale non ha inserzioni tendinee dirette. Il momento di forza generato dalla contrazione muscolare risulta in un movimento rotazionale con partenza dalla filiera distale^{6,7}. Le ossa della filiera prossimale iniziano il loro movimento successivamente, quando la tensione dei legamenti che attraversano l'articolazione mediocarpica raggiunge un certo livello di trazione¹.

In un polso normale vi è poca possibilità di movimento tra le ossa della filiera distale^{1,7,8}. Durante la flessione naturale del polso, questa ruota in flessione ed in sincro-

nia, con un certo grado di deviazione ulnare. Durante l'estensione del polso, la tendenza è quella di ruotare in estensione con una certa deviazione radiale (Fig. 10-1). Questa "fisiologica flesso-estensione" avviene soprattutto a livello dell'articolazione mediocarpica^{1,9}.

Le ossa della filiera prossimale sembrano essere meno legate le une alle altre^{11,18-20}. Sebbene si muovano sinergicamente in una stessa direzione, vi sono differenze considerevoli nella direzione e nel grado di rotazione che esiste tra lo scafoide, il semilunare e il piramidale^{1,7,11} (Fig. 10-2). L'angolo SL è di circa 76° alla massima estensione del polso; si riduce a 35° in massima flessione^{1,12,13}. Durante la deviazione radio-ulnare del polso, le tre ossa della filiera prossimale si muovono da una posizione di flessione e deviazione radiale ad una posizione di estensione in deviazione ulnare^{1,7,10,14,15}. In alcuni individui la filiera prossimale ruota essenzialmente intorno all'asse di flesso-estensione durante la deviazione radio-ulnare (cosiddetto polso a colonna), mentre in altri individui la filiera prossimale ruota quasi interamente intorno all'asse di deviazione radio-ulnare (cosiddetto polso a filiera)^{1,14}. Tra i due estremi, vi sono numerose variabili^{1,9}. Lo scopo di questa complicata rotazione è di mantenere la congruenza articolare tra il radio e la filiera carpale in tutte le posizioni assunte dal polso¹⁶⁻¹⁸.

Trasmissione di forze sul polso

Quando la mano prende o stringe un oggetto, le articolazioni del polso hanno bisogno di essere pronte a sostenere forze compressive e di taglio^{1,19}. Questi carichi non sono solo il risultato di forze esterne applicate, ma anche della contrazione dei differenti muscoli che assicurano la stabilità delle dita²⁰. La forza totale trasmessa da tutti i metacarpi alla filiera distale può raggiungere valori 10 volte più grandi della forza applicata alla punta delle dita^{1,21,22}.

Meccanismi stabilizzatori del polso

La stabilità carpale dipende da una normale conformazione delle ossa, un adeguato tensionamento dei legamenti ed una corretta contrazione dei muscoli stabilizzanti specifici. Sono stati identificati differenti meccanismi di stabilizzazione¹.

Essi prevedono dei meccanismi di stabilizzazione distale^{1,8}; meccanismi di stabilizzazione mediocarpale^{1,23,24}; meccanismi di stabilizzazione prossimale^{34,44,55,57,58}; meccanismi di stabilizzazione radiocarpale^{1,26,27}.

TAB. 10-1. TEORIE PROPOSTE PER IL MECCANISMO FUNZIONALE DEL POLSO.

| | | |
|-----------|------|---------------------------------|
| Navarro | 1919 | Teoria delle colonne |
| Taleisnik | 1976 | Teoria delle colonne modificata |
| Lichtman | 1981 | Teoria degli anelli ovali |
| Weber | 1988 | Teoria delle due colonne |

PATOMECCANICA DELLE LESIONI LEGAMENTOSE

Una lesione legamentosa carpale può derivare da due meccanismi lesionali: diretto ed indiretto. Nel primo, la forza è diretta dall'oggetto causante la lesione all'osso che si disloca, mentre nel meccanismo indiretto, il carico deformante è inizialmente applicato a distanza dalla zona di lesione¹.

Meccanismi diretti

Uno dei più comuni meccanismi diretti avviene quando il polso è intrappolato e stretto da una pressa. La sua concavità carpale è schiacciata e le ossa si dissociano seguendo un modello di dislocazione assiale¹. Quando la forza è esercitata su una piccola area del polso, può avvenire una frattura-lussazione di un osso carpale^{1,28}.

Meccanismi indiretti

La maggior parte delle lussazioni perilunari sono il risultato di un meccanismo indiretto associato ad un grado variabile di deviazione ulnare e ad una supinazione radiocarpale/mediocarpale, spesso tipica di un violento trauma^{1,29}. L'iperestensione è legata ad altri tipi di lesione, come la frattura del radio distale o la frattura di scafoide^{1,30-32}. I fattori che possono spiegare la frequenza di un tipo di lesione

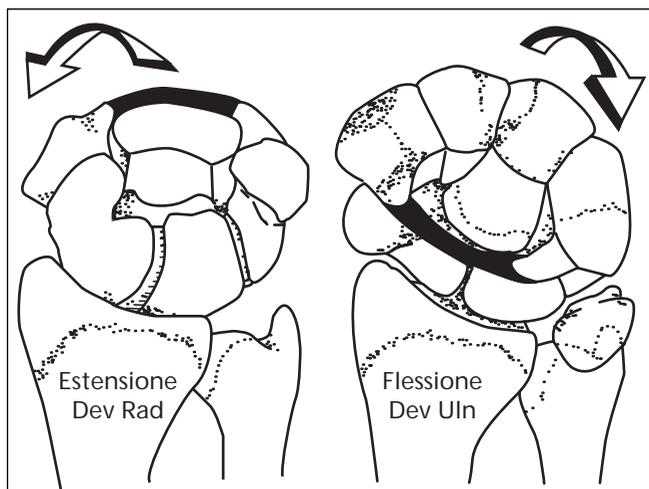


Fig. 10-1. L'estensione della mediocarpica coinvolge un certo grado di estensione, come la flessione coinvolge un certo grado di ulnarizzazione. Il risultato è un movimento definito come "flesso-estensione fisiologica" che avviene prevalentemente a carico dell'articolazione mediocarpica.

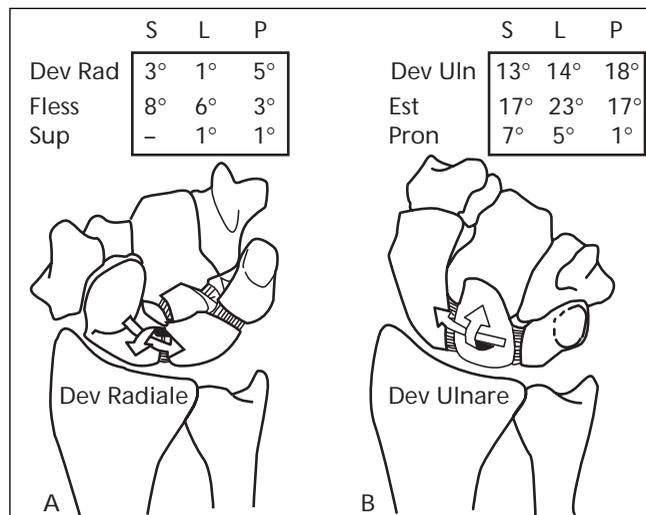


Fig. 10-2. Rappresentazione schematica della direzione di rotazione dello scafoide (S), semilunare (L) e piramidale (P) durante la deviazione radiale (A) e la deviazione ulnare (B). Le tabelle contengono i gradi di rotazione delle ossa carpali della filiera prossimale¹.

rispetto ad un'altra sono diversi: qualità dell'osso, differenza della direzione e del grado delle forze deformanti, la differente posizione del polso al momento del trauma.

La maggior parte delle lussazioni intorno al semilunare sono la conseguenza di un evento patomeccanicamente simile, l'instabilità perilunare progressiva^{33,34}. Si distinguono quattro stadi (Fig. 10-3 A-C).

Stadio I. Dissociazione scafo-lunata/frattura di scafoide^{1,35-37}

Stadio II. Lussazione luno-capitata¹

Stadio III. Rottura del legamento luno-piramidale/frattura del piramidale¹

Stadio IV. Lussazione semilunare¹

- Lussazione del semilunare di tipo 1: meno di 90° di rotazione
- Lussazione del semilunare di tipo 2: più di 90° intorno alla capsula palmare (legamento RL corto);
- Lussazione del semilunare di tipo 3: completa enucleazione del semilunare con rottura della capsula palmare.

Il concetto della instabilità perilunare progressiva offre una spiegazione razionale per le instabilità sul versante radiale del carpo^{29,33,38}. Le lesioni del legamento LP possono rappresentare lo stadio III dell'instabilità perilunare progressiva, ma possono anche essere il risultato di una "instabilità perilunare progressiva inversa" come suggerito da Reagan et al³⁹ ed altri Autori⁴⁰⁻⁴². Se il polso è forzato in estensione e deviazione radiale, le forze tensili si concentrano sul legamento piramido-uncinato-capitato. Se, in aggiunta, il polso è iperpronato al momento della lesione e si applicano forze esterne sulla faccia ipotenare, il piramidale può essere forzato dal pisiforme e si lussa dorsalmente rispetto al semilunare⁴³. Questo può essere l'inizio di un quadro di destabilizzazione inversa del polso, dove la dissociazione LP può essere lo stadio I, la lussazione luno-capitata lo stadio II, e la dissociazione SL lo stadio III^{39,40,42,44}.

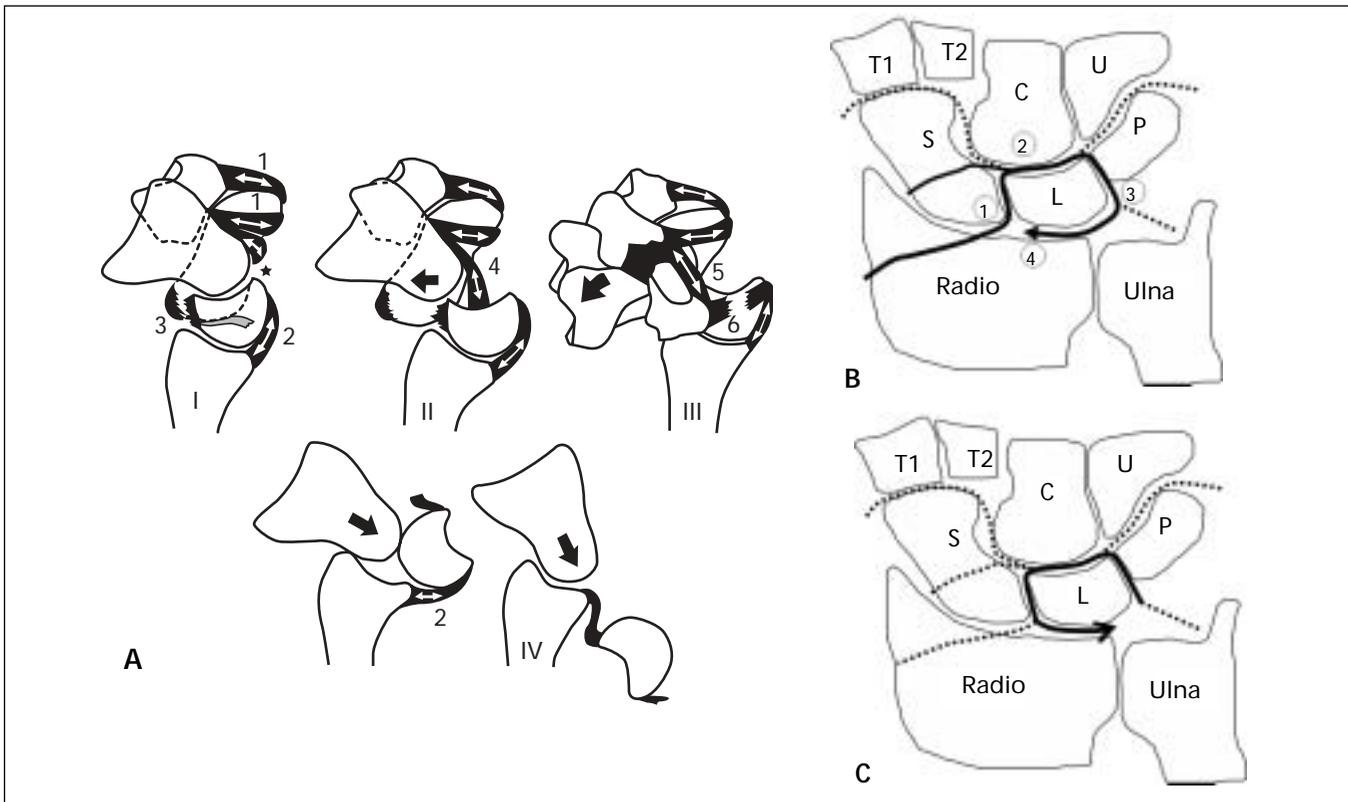


Fig. 10-3. A, Rappresentazione schematica della instabilità perilunare progressiva divisa in 4 stadi. Stadio I: la filiera distale è forzata in iperestensione, i legamenti scafo-trapezio-capitato portano lo scafoide in iperestensione (1), questo determina l'apertura dello spazio di Poirer (*). Il semilunare non si può estendere come lo scafoide, essendo costretto dal legamento radiolunato corto (2). Quando la forza esercitata sul legamento scafolunato aumenta, il legamento si rompe con una direzione da palmare a dorsale. La completa dissociazione dello scafolunato è determinata dalla rottura della componente dorsale (3). Stadio II: se completamente libero dal semilunare, il complesso formato dallo scafoide e dalla filiera distale può dislocarsi dorsalmente. Il limite di questa dislocazione è dato dal legamento radiocapitato (4). Stadio III: se la forza in iperestensione progredisce, la componente ulnare del legamento arcuato (5) può portare in iperestensione il piramidale determinando la rottura del legamento lunopiramidale (6). Stadio IV: in conclusione il capitato, a causa della forza esercitata dal legamento radiocapitato (4), può spingere palmarmente il semilunare fino a lussarlo nel canale carpale. B, Rappresentazione del percorso dei vari stadi dell'instabilità perilunare progressiva che offre una spiegazione razionale per l'instabilità sul lato radiale del carpo. C, Rappresentazione schematica del percorso dell'instabilità perilunare progressiva inversa. Lo stadio I è rappresentato dalla dissociazione LP, lo stadio II dalla lussazione luno-capitata e lo stadio III dalla dissociazione SL.

DIAGNOSI DELLE PATOLOGIE CARPALI

Quando ci si trova ad analizzare le patologie post-traumatiche carpal si possono incontrare due situazioni particolari: un trauma violento o un polso sintomatico senza trauma apparente o misconosciuto. In quest'ultimo caso, l'identificazione di una precisa disfunzione carpale può essere difficile⁴⁵⁻⁴⁸.

Esame clinico

L'esame clinico necessita di essere preceduto dalla raccolta della storia del paziente, con particolare enfasi al meccanismo di lesione^{45,46}. Con patologie croniche, è anche importante indagare l'attività lavorativa¹.

Non infrequentemente, le lussazioni importanti sono misconosciute alla prima diagnosi^{1,49}. La tumefazione è generalmente moderata e la dislocazione delle ossa carpal può essere evidente se il paziente viene visto subito dopo il trauma. Se c'è stato un ritardo, la tumefazione può

aumentare, rendendo difficile l'evidenziazione della dislocazione dei segmenti ossei. Quando presenti, lesioni cutanee, contusioni o aree ecchimotiche possono essere utili per determinare il meccanismo di lesione. La palpazione delle aree di massima sensibilità dolorosa è uno degli strumenti migliori nella diagnosi delle patologie del polso, specialmente nei pazienti con instabilità cronica⁴⁶. La forza di presa e di pinza devono sempre essere valutate.

Valutazione radiografica

Proiezioni classiche

L'esame radiografico deve includere almeno 4 proiezioni: posteroanteriore (PA), laterale, per lo scafoide (PA in deviazione ulnare), ed a 45° in posizione semipronata obliqua^{1,50,51}. L'immagine in PA deve essere eseguita con la spalla del paziente abdotta a 90°, il gomito flesso a 90° e l'avambraccio in rotazione neutra⁵²⁻⁵⁵ (Fig. 10-4). La proiezione laterale deve essere una vera laterale eseguita

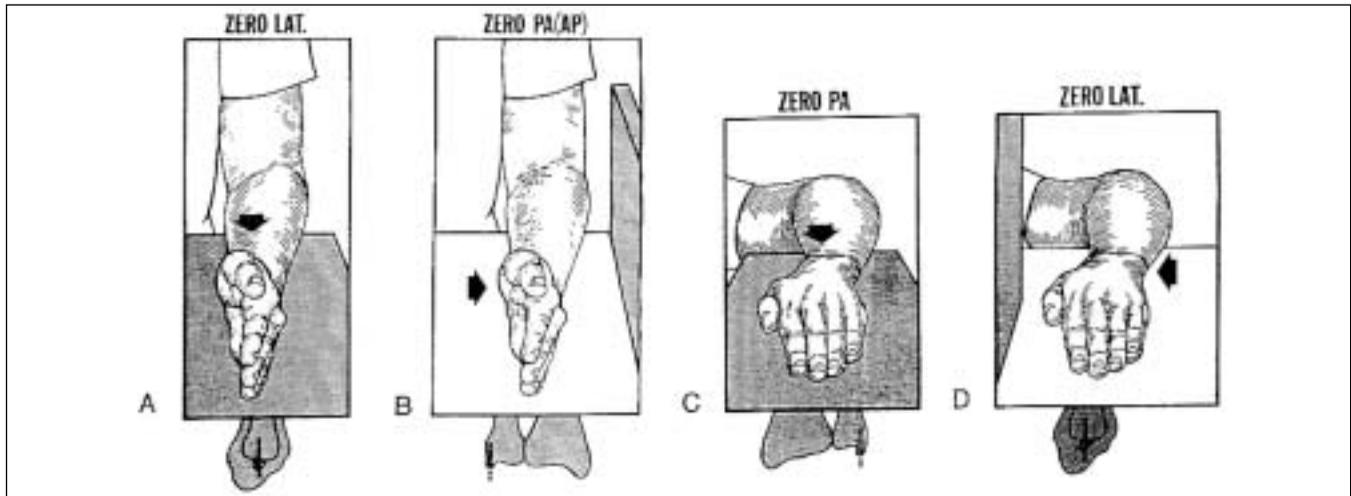


Fig. 10-4. L'esame radiografico del polso deve includere la proiezione posteroanteriore e laterale. La freccia indica la direzione dei raggi che devono essere centrati sull'articolazione radiocarpica. Qui sono mostrati due metodi per eseguire l'esame secondo Taleisnik.

con il gomito addotto al fianco del paziente ed il polso in rotazione neutra.

Nella proiezione PA senza deviazione ulnare o radiale, si possono disegnare tre archi radiografici (linee di Gilula⁵⁶) per definire la normale relazione tra le ossa del carpo (Fig. 10-5 A,B). Una interruzione nella continuità in uno di questi archi indica uno spostamento intercarpale^{1,57}. Inoltre, le articolazioni delle ossa hanno uno spazio parallelo che oppone le superfici articolari di circa 2 mm. Sovrapposizioni tra le corticali delle ossa carpali o un aumento di larghezza tra ogni spazio articolare, rispetto al controlaterale normale, suggeriscono un'anormalità.

In proiezione PA con il polso in posizione neutra, il semilunare ha una forma trapezoidale. Si è per lungo tempo pensato che una forma triangolare fosse tipica di una lussazione del semilunare (Fig. 10-6). Quando il semilunare si inclina in modo anomalo in altre direzioni (flessione o estensione), viene proiettato con forma più triangolare¹. Perciò, in posizione neutra, un aspetto triangolare non significa necessariamente una lussazione, ma implica un semilunare inclinato che può essere o meno lussato. È possibile distinguere una posizione flessa rispetto all'estesa, sulle proiezioni PA,

basandoci sulla forma del contorno del semilunare: in DISI (flessione dorsale del semilunare) il semilunare ha una forma triangolare; in VISI (flessione palmare del semilunare) presenta la tipica conformazione a luna¹.

Proiezioni particolari

1. *Proiezione antero-posteriore (AP) a pugno chiuso in supinazione*⁵⁸. La compressione assiale del carpo con il paziente che serra il pugno o applicando una forza longitudinale di compressione sul polso può accentuare la dissociazione SL (Fig. 10-7).
2. *Proiezione PA in pronazione*, con 10° di angolazione del tubo dall'ulna verso il radio¹. Questa proiezione mostra meglio l'intervallo SL¹.
3. *Proiezione laterale obliqua a 20° di pronazione del polso*. Questa proiezione è utilizzata per visualizzare il dorso del piramidale, dove avvengono spesso fratture d'avulsione^{1,51} ma anche per valutare il polo distale e il corpo dello scafoide.
4. *Proiezione laterale obliqua a 30° di supinazione*. È visibile la relazione pisiforme-piramidale e l'uncino dell'uncinato⁵¹.

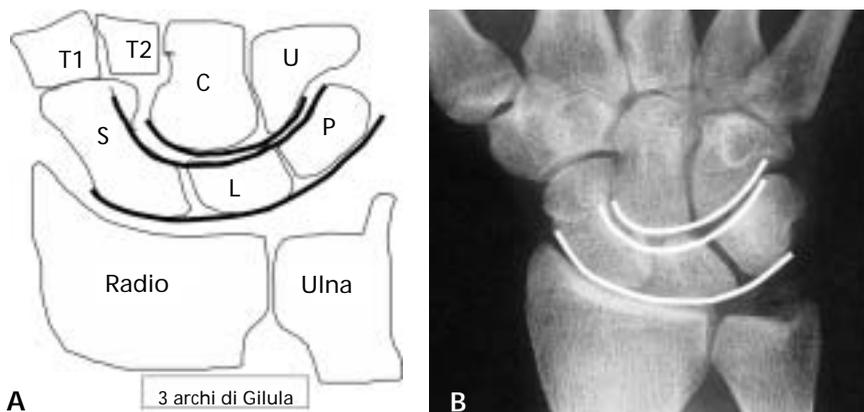


Fig. 10-5. A-B, Gilula ha definito 3 linee (archi di Gilula) che si devono evidenziare durante l'esame RX per valutare la corretta relazione delle ossa carpali fra loro.



Fig. 10-6. In una RX standard il semilunare ha una conformazione trapezoidale. Un'immagine alterata può evidenziare un problema carpale legato alla lussazione o ad una instabilità del carpo. In questa radiografia si rileva la forma triangolare del semilunare che corrisponde ad una sua lussazione.

5. *Proiezione laterale con il polso deviato radialmente.* L'uncino dell'uncinato può essere ben evidenziato sulle proiezioni laterali con il polso deviato radialmente e il primo metacarpo dislocato palmarmente dagli altri metacarpi. Questa proiezione posiziona l'uncino dell'uncinato tra le basi del primo metacarpo e gli altri¹.
6. *Proiezione del tunnel carpale.* Evidenziando il profilo della concavità carpale del polso, possono essere visibili chiaramente l'uncino dell'uncinato, il pisiforme e la sporgenza palmare del trapezio^{1,59}.
7. *Proiezioni dinamiche.* Diversi autori hanno suggerito una serie di proiezioni di routine dinamiche quando vi sia il sospetto di una instabilità carpale^{57,59,60}. Queste includono proiezioni in PA e AP in deviazione radiale ed ulnare, più ulteriori proiezioni laterali in estensione e flessione.

Misurazione dell'allineamento delle ossa carpal

Il grado di malallineamento carpale è tradizionalmente determinato misurando la distanza specifica e gli angoli nella proiezione PA o laterali^{1,56,61}. Gli angoli più frequentemente usati sono il Capitatosemilunare (CL), Scafolunato (SL), e Radiosemilunare (RL) (Fig. 10-8). Le misurazioni delle distanze usate, misurate sulla proiezione PA con il polso posizionato in posizione neutra, sono la varianza ulnare, indice dell'altezza del carpo (Fig. 10-9), l'indice Capitatoradiale e l'indice di traslazione ulnare (Fig. 10-10). Bisogna comunque ricordarsi che i normali gradi di movimento di questi parametri sono molto ampi^{1,12,57,62-74}.



Fig. 10-7. La compressione assiale del polso, provocata dalla chiusura a pugno della mano, può evidenziare la dissociazione scafolunata come evidenziato nella radiografia.

Tomografia

Negli anni passati, la tomografia convenzionale^{1,75-78} nella patologia carpale è stata sostituita dalla tomografia assiale computerizzata (TAC)¹.

La TAC ha il beneficio di permettere di ottenere immagini in 3-D delle ossa carpal^{1,79,80}.

Proiezioni in trazione

Nei pazienti con lussazioni-fratture acute, sono sufficienti le quattro proiezioni di routine. Qualche volta sono difficili da interpretare a causa del sovrapporsi delle ossa carpal lussate¹. Per indagare ulteriormente queste patologie, utili sono radiografie in proiezione AP e laterale con la mano in trazione^{81,82}. Le proiezioni in distrazione possono essere anche utili, in casi clinici meno severi, come ad esempio in una dissociazione dinamica⁸³.

Proiezioni in stress

In alcuni casi, le instabilità dinamiche non possono essere diagnosticate con una serie di proiezioni in movimento, ma richiedono di stressare specifiche articolazioni in differenti direzioni per visualizzare le anomalie. Una tecnica comunemente utilizzata per indagare le instabilità della mediocarpica coinvolge la traslazione dorsopalmare della filiera distale rispetto al radio¹.

Cineradiografie o fluoroscopia dinamica

Provvedono a fornire considerevoli informazioni sulla valutazione del paziente che ha uno scatto od un "clunking"

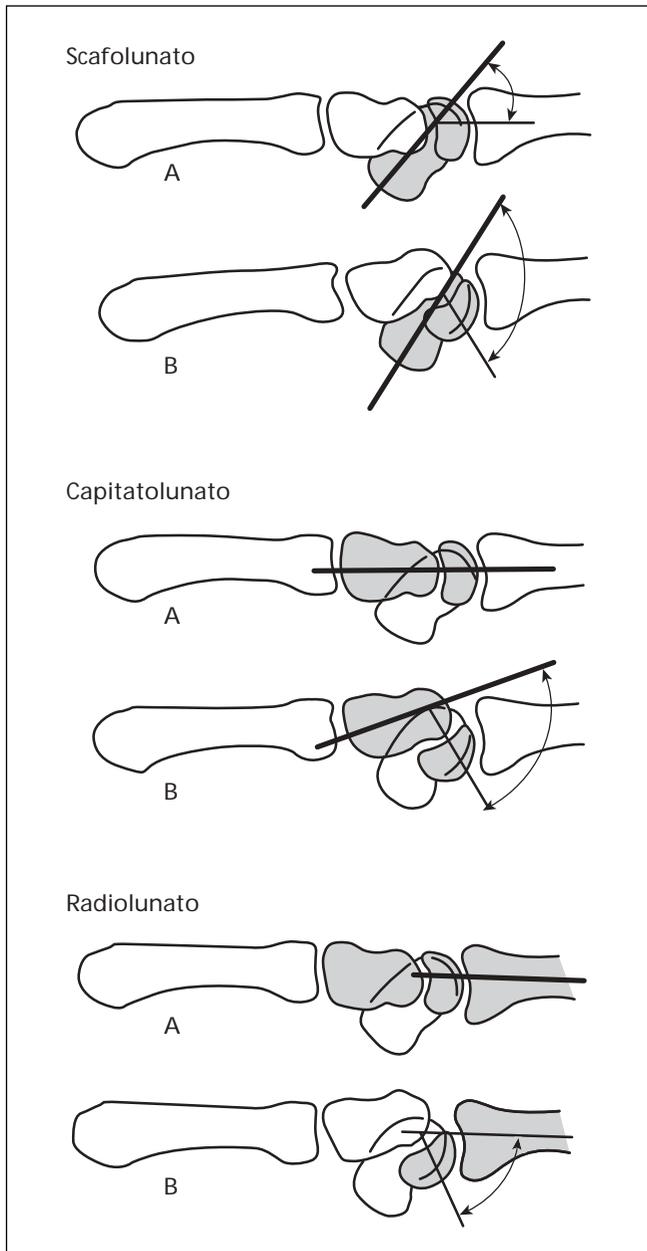


Fig. 10-8. La misurazione degli angoli carpi è necessaria per evidenziare i gradi di instabilità. In ogni illustrazione è mostrato l'angolo normale (A) e patologico (B). L'angolo scafolunato è patologico quando è maggiore di 80° . L'angolo captatulunato è normalmente zero con il polso neutrale, ma il range può variare di ± 15 . L'angolo radiolunato è anormale se supera i 15° .

doloroso del polso in cui le proiezioni di routine e particolari non mostrino patologie^{62,84}. Questi sono pazienti in cui un gap anormale, o uno step-off da sublussazione articolare compare solo in determinate condizioni di carico e le proiezioni piane sono normali^{1,85,86}. In questi casi, è consigliata la cineradiografia o la fluoroscopia⁸⁶. Alternativamente, la mobilità attiva può essere studiata usando un fluoroscopio connesso ad una videocamera. La sola fluoroscopia è insufficiente, perché non fornisce uno studio dettagliato della cinematica carpale.

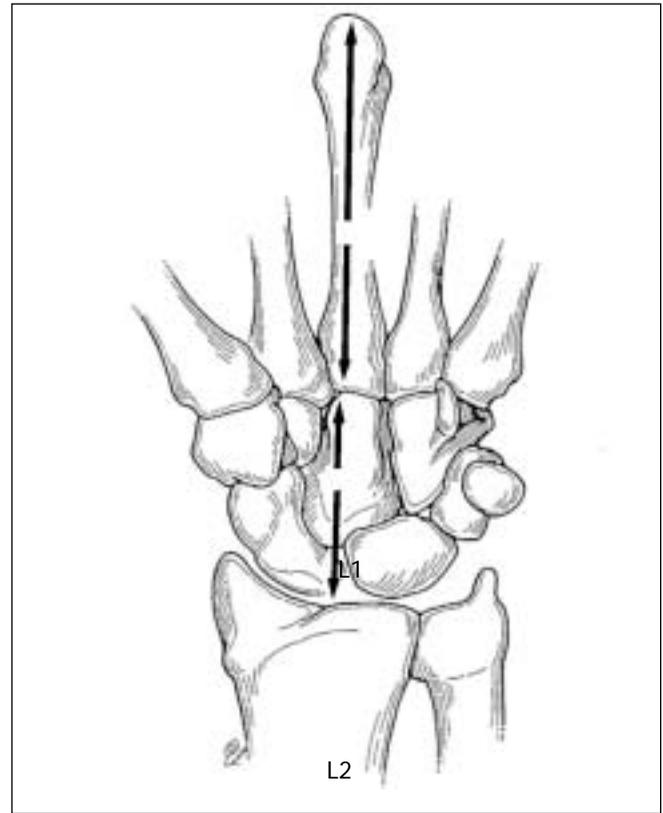


Fig. 10-9. L'indice di altezza carpale è calcolato dividendo l'altezza del carpo (L2) per l'altezza del 3° metacarpo (L1). Il valore normale è $0,54 \pm 0,03$.

Artrografia

Sebbene considerata per lungo tempo il "gold standard" per la valutazione dell'instabilità intracarpale^{1,53,87}, l'artrografia ha subito una sostanziale riduzione nelle indicazioni^{1,88-94}.

Quando si inietta l'articolazione è imperativo guardare sia la sede che il flusso del mezzo di contrasto. Questo fornisce informazioni aggiuntive che permettono la scoperta e la valutazione della grandezza dei difetti, mentre evidenzia comunicazioni unidirezionali dovuti all'effetto valvola determinato dai legamenti¹.

Scan ossea con isotopi. Lo scintigrafia ossea del polso con Tecnezio 99m è un metodo utile quando ci sia sospetto di una anomalia intraossea incerta. Naturalmente la scintigrafia non ha una indicazione nel valutare le lussazioni carpi. È quindi un test non specifico¹, ma può essere molto utile nell'indicare dove si trova il problema, particolarmente quando le immagini scintigrafiche si sovrappongono a quelle radiografiche¹.

Risonanza magnetica. La RM convenzionale raramente permette una chiara identificazione di lesioni legamentose subdole⁹⁵⁻⁹⁷. Paragonata all'artroscopia, la RM senza bobine dedicate per il polso ha dimostrato una sensibilità e specificità del 63% e 86%, rispettivamente, nella diagnosi di lesioni del legamento SL^{98,99}. In tutto il mondo è stata usata con maggior frequenza la RM combinata con iniezione diretta intraarticolare di mezzo di contrasto.

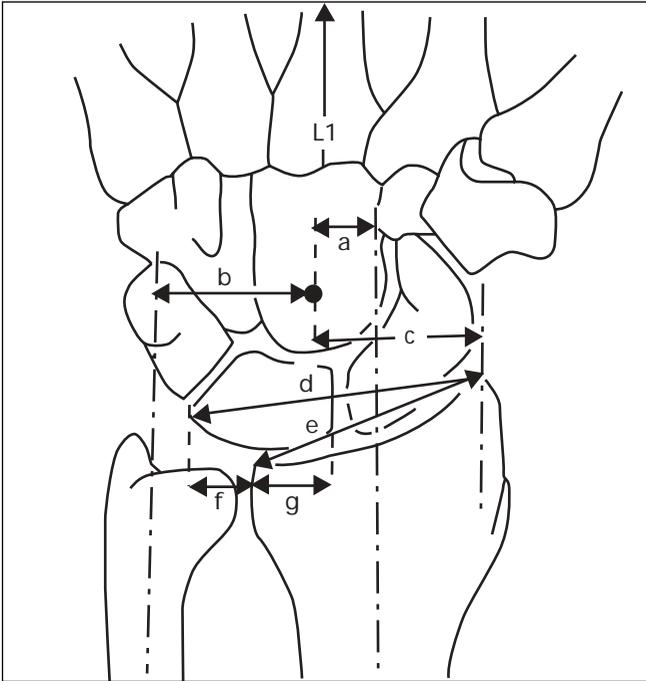


Fig. 10-10. La traslazione ulnare del carpo può essere monitorata con diversi metodi. Mc Murtry et al¹ hanno suggerito di utilizzare l'asse dell'ulna come punto di repere per determinare se c'è una traslazione ulnare rispetto alla testa del capitato. In un polso normale, la distanza *b* divisa per la lunghezza del terzo metacarpo (L1) dovrebbe essere $0,3 \pm 0,03$. Secondo Chamay et al¹, una linea verticale estesa distalmente alla stiloide del radio offre una più precisa misurazione della traslazione del capitato. Il valore normale è *c* diviso L1 che corrisponde a $0,28 \pm 0,03$. Un metodo simile è stato descritto da DiBenedetto et al¹ utilizzando come repere l'asse longitudinale del radio. La distanza *a* divisa per L1 deve essere $0,105 \pm 0,024$. Un altro metodo proposto da Linn¹ misura la distanza del semilunare dal radio. Secondo Schiund et al¹, la proporzione tra la lunghezza del semilunare scoperto (*f*) e la massima lunghezza dell'osso (*f* + *g*) deve essere $32,6 \pm 11$. Per misurare la traslazione del semilunare, Bouman et al¹ hanno trovato migliore la proporzione tra *e/d* che in un polso normale è $0,87 \pm 0,04$. Gli ultimi due metodi sono più corretti nel misurare la traslazione ulnare del semilunare rispetto agli altri tre.

Questa tecnica è in grado di dimostrare meglio le lesioni legamentose rispetto all'iniezione intravenosa del mezzo di contrasto. Anche l'artrografia con RM può fornire ulteriori informazioni sullo stato del midollo delle ossa e dei tessuti molli adiacenti. Si stanno approfondendo ricerche che aumenteranno l'accuratezza della RM¹.

Artroscopia

L'artroscopia di polso ha fornito un'ulteriore possibilità per esaminare e trattare le patologie intra-articolari^{1,92,100-103}. Permettendo la visualizzazione diretta delle superfici articolari cartilaginee, il tessuto sinoviale ed in particolare i legamenti interossei, l'artroscopia si è dimostrata un utile mezzo nella gestione sia delle lesioni acute che croniche. L'artroscopia non è completa se non si esamina lo spazio mediocarpico. Il legamento interosseo SL e LP devono avere un'apparenza concava.

La membrana interossea scafolunata è meglio visualizzata dallo spazio radiocarpico tramite il portale 3-4, il legamento LP tramite i portali 4-5 e 6R per la relazione obliqua che ha con la filiera prossimale. Nello spazio mediocarpico l'intervallo dello SL deve essere sempre serrato e congruente, senza scalino. Anche l'intervallo LP deve essere congruente; occasionalmente, dallo spazio mediocarpico, si può riscontrare uno scalino di 1 mm tra il semilunare ed il piramidale, reperto non normale tra lo scafoide ed il semilunare. Dallo spazio mediocarpico sono meglio evidenziati il grado di rotazione delle ossa carpali ed ogni anomalia di movimento.

INSTABILITÀ CARPALE

Definizione di instabilità carpale

Le lesioni del polso risultanti in malallineamenti carpali sporadici o permanenti sono state per lungo tempo riconosciute nella letteratura^{1,24}. Il vero significato di questo termine è ancora controverso^{3,4}.

Il termine *instabilità* fu considerato sinonimo di *malallineamento*^{1,24}. Un polso veniva considerato instabile quando vi era una sostanziale alterazione nell'allineamento sagittale e/o frontale delle ossa carpali rispetto ai limiti di ciò che era considerato normale. Da questo punto di vista l'instabilità poteva essere sempre diagnosticata tramite radiografie^{56,58}.

Questo concetto di instabilità, fu presto criticato da diversi autori^{60,104} i quali asserivano che un'alterazione dell'allineamento carpale non poteva essere considerato sempre patologico. Quindi *instabilità* non è sinonimo di *malallineamento*¹.

Da un punto di vista meccanico, la stabilità è definita come l'abilità dell'articolazione di mantenere un normale equilibrio tra le ossa che si articolano sotto un carico fisiologico durante tutto il range di movimento^{1,4}.

Secondo questa definizione, un'articolazione del polso può essere considerata instabile quando non è capace di preservare una normale cinetica e cinematica tra il radio, le ossa carpali ed i metacarpi. Inoltre, la stabilità implica sia l'abilità di stabilire carichi funzionali senza sovraccarico o perdere la congruenza interna delle articolazioni^{1,105} e la capacità di mantenere il movimento durante il range articolare senza improvvise alterazioni dell'allineamento articolare^{7,11}.

Quando un polso stabile è sottoposto a carico, le forze di contatto articolare devono aumentare gradualmente ed in modo sincrono senza inaspettati cambiamenti nella direzione, grado, allineamento carpale e superfici di contatto^{7,106}.

Conseguentemente, il termine instabilità deve essere associato non solo al concetto di anormale trasferimento dei carichi (discinetica) ma anche al concetto di anormale movimento (discinematica)^{1,4}.

Da questo punto di vista, un polso grossolanamente malallineato con degenerazione della cartilagine articolare può essere capace di sopportare importanti carichi¹⁰⁷; comunque, poiché non si può verificare un movimento ar-

monico, senza dolore e senza causare improvvisi stress su aree specifiche della cartilagine¹⁰⁸, risponde completamente ai criteri di instabilità carpale.

La “sindrome di instabilità carpale” può quindi risultare da un ampio spettro di lesioni o patologie^{1,40,109-113}. Questo capitolo tratta solo le instabilità carpaliche traumatiche.

Classificazione delle instabilità carpaliche

L'instabilità carpale è difficilmente classificabile^{1,24,47,82,111,114,115,117}.

Con questo concetto, Larsen et al^{1,118} hanno sviluppato uno schema analitico nel quale vengono ad essere analizzate sei caratteristiche (Tab. 10-2).

Cronicità: tradizionalmente le lesioni legamentose sono state classificate secondo il tempo trascorso dalla lesione alla diagnosi in tre categorie: acuta, subacuta e cronica. Quando la lesione è diagnosticata subito dopo l'evento traumatico (lesione acuta), le potenzialità di guarigione del legamento sono quasi ottimali. Tra una e sei settimane (lesione subacuta), la deformità è ancora facilmente riducibile, ma i legamenti possono avere una ridotta capacità di guarigione dovuta alla retrazione e/o alla necrosi dei legamenti rimasti. Dopo 6 settimane (casi cronici), la possibilità di raggiungere una riduzione accettabile ed una guarigione primaria dei legamenti, sebbene possibile¹¹⁹, non è frequente. L'eccezione potrebbe essere l'avulsione dei legamenti.

Gravità: se il malallineamento carpale si verifica solo sotto specifiche condizioni di carico, la situazione è meno grave che se fosse permanentemente presente. Basandosi su ciò, esistono tre tipi di condizioni: (1) instabilità predinamica (lesione parziale senza malallineamento sotto stress), (2) instabilità dinamica (rottura completa che rivela un malallineamento carpale solo sotto certe condizioni di carico e (3) instabilità statica (rottura completa con alterazione permanente dell'allineamento carpale)¹.

Eziologia: la maggior parte dei problemi di instabilità sono causati da traumi. Comunque, alcune patologie possono essere responsabili di certi tipi di disordini^{1,113}. Nei casi di trauma, specialmente se diagnosticati precocemente, si può ottenere una buona riparazione del legamento rotto.

Posizione: è importante valutare l'ubicazione della disfunzione principale; questa può o meno coincidere con la lesione iniziale. Risulta importante anche valutare se vi sia un singolo problema che coinvolga una sola articolazione o una disfunzione multilivello.

Direzione: quando presente, deve essere determinata la grandezza e la direzione del malallineamento carpale. Si conoscono diversi modelli di malallineamento carpale^{58,61,120,121}: (1) (DISI), quando il semilunare (segmento intercalato) appare esteso in maniera abnorme rispetto alle sue connessioni prossimali e distali; (2) (VISI), quando il semilunare appare flesso in maniera abnorme; (3) traslocazione ulnare, quando una parte o l'intera filiera prossimale (attivamente o passivamente) è dislocata ulnarmente oltre i limiti normali; (4) traslocazione radiale, quando la filiera prossimale può essere passivamente dislocata radialmente oltre il limite normale; (5) traslocazione dorsale, quando il condilo carpale spesso come risultato di una errata consolidazione dorsale del radio distale è o può essere parzialmente lussato in direzione dorsale.

Modelli: vi sono quattro tipi di instabilità carpale: (1) dissociativa (CID), quando c'è un'importante alterazione tra le ossa della stessa filiera carpale; (2) non dissociativa (CIND), quando non si ha lesioni tra le ossa della stessa filiera, ma c'è un'alterazione tra il radio e la filiera prossimale e/o tra questa e quella distale; (3) complessa (CIC), quando ci sono sia la CID che la CIND; (4) adattativa (CIA), quando il motivo del malallineamento non è localizzato nel carpo ma prossimalmente o distalmente ad esso^{62,181,115,122,123}. Questo capitolo verrà diviso in quattro sezioni principali.

Instabilità carpale dissociativa (CID)

Quando l'instabilità carpale è causata da patologie o lesioni che portano ad una importante alterazione funzionale tra le ossa della stessa filiera carpale, è classificata come instabilità, carpale dissociativa^{181,115}. A seconda della filiera interessata la CID può essere ulteriormente suddivisa in prossimale e distale. La CID distale, chiamata anche instabilità assiale, è rara, solitamente conse-

TAB. 10-2. CATEGORIE DELLE INSTABILITÀ CARPALICHE.

| Categoria I Cronicità | Categoria II Costanza | Categoria III Eziologia | Categoria IV Sede | Categoria V Direzione | Categoria VI Modelli |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|---|
| Acuta < 1 sett (potenziale max di guarigione primario) | Predinamica | Congenita | Radiocarpica | VISI | Instabilità carpale dissociativa (CID) |
| Subacuta 1-6 sett (qualche pot di guarigione) | Dinamica | Traumatica | Intercarpica prossimale | DISI | Instabilità carpale non dissociativa (CIND) |
| Cronica > 6 sett (scarso potenziale) | Statica riducibile | Infiammatoria | Mediocarpica | Traslazione ulnare | Instabilità carpale complessa (CIC) |
| | Statica irriducibile | Artrosica | Intercarpica distale | Traslazione palmare | Instabilità carpale adattativa (CIA) |
| | Miscelanea | Neoplastica latrogena | Carpometacarpale | Traslazione dorsale | |
| | | | Ossa | Traslazione prossimale | |
| | | | Traslazione distale | | |

Dissociazione SL dinamica: Questa forma clinica di dissociazione SL è caratterizzata da: (1) distruzione completa di tutte le componenti del legamento SL inclusa quella dorsale; (2) i legamenti sono ancora riparabili, non ancora retratti o necrotici, con un buon potenziale di guarigione; (3) gli stabilizzatori secondari dello scafoide (legamenti distali-palmari¹³⁸ sono ancora intatti o minimamente insufficienti; e (4) non ci sono danni articolari, traumatici o degenerativi. D'accordo con questo, lo stadio 2 implica non un malallineamento permanente ma solo sotto determinate condizioni di carico. Il polso allo stadio 2 mostra una sostanziale disfunzione cinematica con l'incapacità di sopportare carichi in posizioni specifiche del polso, senza episodi di instabilità^{1,11}.

Dissociazione SL statica riducibile: Il terzo stadio, è una forma clinica più evoluta: la lesione non è stata risolta in fase acuta, i legamenti rimanenti sono degenerati e non riparabili, ed anche il malallineamento conseguente, dovuto al fallimento degli stabilizzatori secondari, è permanente (instabilità statica), ma riducibile, e non sono apparsi ancora difetti cartilaginei. È classico lo snapping dovuto all'autoriduzione della sublussazione⁸⁴.

Dissociazione SL statica fissa: La rottura cronica o l'insufficienza sia dei legamenti primari che di quelli secondari stabilizzatori dell'articolazione SL può creare fibrosi a livello dello spazio tra scafoide e le ossa circostanti. In questi casi il malallineamento è difficilmente riducibile. Se non ci sono danni sostanziali alla cartilagine si parla di dissociazione SL statica fissa.

Osteoartrosi secondaria a dissociazione SL (SLAC wrist): Il perdurare di un malallineamento carpale con una sublussazione irriducibile dello scafoide induce un'artrosi degenerativa che non può essere trattata ovviamente come quando la cartilagine sia in adeguate condizioni. Questa condizione è chiamata SLAC (scapholunate advanced collaps).

DIAGNOSI

La dissociazione SL è spesso misconosciuta, specialmente quando la lesione è isolata o mascherata da altre più ovvie lesioni^{1,46,142}. La forma più facilmente riconoscibile è quella della dissociazione SL statica o conseguente ad una lussazione perilunare¹.

L'anamnesi di una caduta con la mano aperta deve far sospettare il medico di una possibile lesione del legamento SL, sebbene ci sia anche la frattura dell'epifisi distale di radio^{1,128} o la frattura dello scafoide^{1,146}. In effetti, un numero di fratture del radio distale (30% secondo Geissler et al¹²⁸) sono associate a lesione dei legamenti carpali. A fianco dei traumi di polso, la dissociazione SL può risultare per caduta sul gomito¹, eccessiva asportazione capsulare come accade per la resezione di una cisti dorsale^{1,147}, degenerazione articolare^{1,113,122} ed infine infezioni¹¹³. Nei bambini, sebbene la dissociazione SL non sia frequente, la diagnosi è ancora più difficile^{1,133,134}.

I sintomi della dissociazione SL sono vari in rapporto alla forza del trauma e all'estensione delle lesioni as-

sociate¹¹⁷. Di frequente riscontro sono la riduzione della forza di presa, la riduzione del movimento articolare del polso, la tumefazione dorsoradiale ed i punti di tensione dolorosa a livello dorsale dell'intervallo SL o della tabacchiera anatomica^{1,84,142}.

VALUTAZIONE CLINICA

La palpazione delle aree di massima sensibilità è uno degli strumenti più utili nella diagnosi delle patologie del polso, specialmente nei pazienti con una instabilità cronica SL^{46,48}. Si possono ottenere importanti informazioni sullo stato dell'articolazione SL flettendo il polso e palpando il dorso della capsula distalmente al tubercolo del Lister. Se la pressione provoca un dolore acuto, è alta la probabilità di una lesione recente od una sinovite cronica spesso scambiata per una cisti dorsale del polso o una tenosinovite degli estensori radiali¹. Molti di questi pazienti hanno una maggiore sensibilità nella tabacchiera anatomica e sulla tuberosità palmare dello scafoide¹.

Scaphoid shift test: La mobilizzazione passiva dell'articolazione SL è utile anche nel riprodurre il dolore del paziente. Un test positivo, come descritto da Watson et al¹, è considerato diagnostico per una dissociazione SL (Fig. 10-12). L'esaminatore mette le 4 dita sul lato dorsale del radio. Il pollice è posizionato sulla tuberosità (polo distale) dello scafoide e l'altra mano è usata per muovere il polso passivamente dalla posizione ulnare alla radiale. Nella deviazione ulnare, lo scafoide è esteso ed assume una posizione più in linea con l'avambraccio. Nella deviazione radiale, lo scafoide è flesso. Una pressione sulla tuberosità, mentre il polso è radializzato, impedisce allo scafoide di flettersi. In questi casi, se i legamenti SL sono completamente insufficienti o rotti, il polo prossimale si sublusserà dorsalmente al radio, determinando dolore sul lato dorsale di questo. Quando si smette di premere, si ha un tipico snapping, che indica l'autoriduzione dello scafoide sopra la rima dorsale del radio. Quando si fa questo test, comunque, bisogna essere al corrente della sua bassa specificità^{1,130}. In effetti, se i legamenti SL sono intatti, ma ci sono altri problemi locali che causano una sinovite locale (gangli occulti od un impingement RS dorsale), questo test può provocare un dolore acuto, ed è difficile discernere se vi è uno scafoide prossimale sublussabile. La comparazione dei polsi è importante, sebbene alle volte il polso "asintomatico" abbia un test con uno scafoide doloroso^{1,130}.

Estensione delle dita contro resistenza (FE test): La capacità del polo prossimale dello scafoide di resistere a carichi senza produrre dolore può essere analizzata chiedendo al paziente di estendere completamente l'indice e il medio contro resistenza con il polso parzialmente flesso¹³⁰. Nel caso di lesioni o insufficienza del legamento dorsale SL, il paziente accuserà un dolore acuto a livello dell'area dello SL. Anche questa manovra non è specifica, ma molto sensibile.

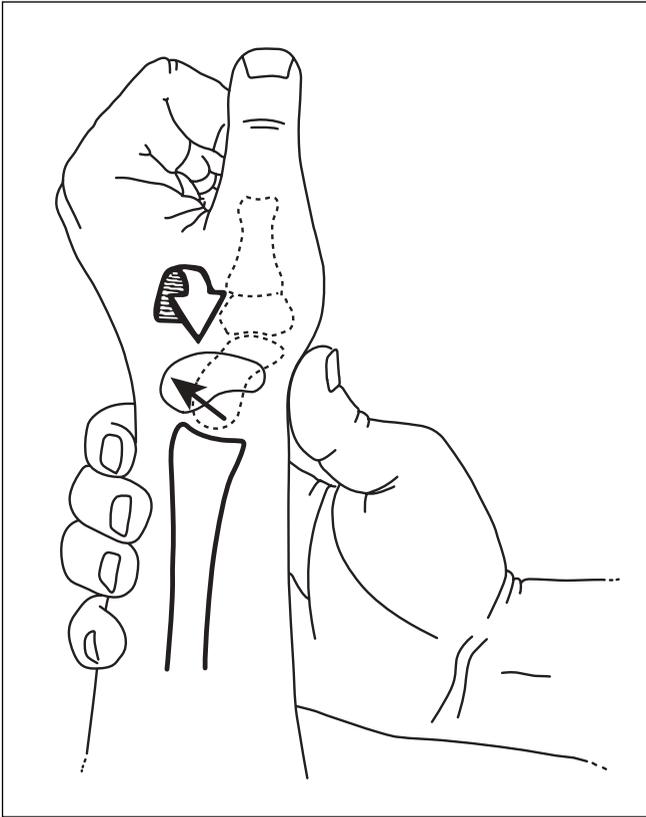


Fig. 10-12. Test di Watson. Si posiziona il pollice sulla tuberosità dello scafoide (polo distale) e le altre quattro dita sulla parte dorsale del radio. Il polso viene fatto muovere dalla posizione ulnare alla radiale. In deviazione ulnare lo scafoide è esteso mentre si flette in deviazione radiale. Una pressione sulla tuberosità mentre lo scafoide si radializza ne impedisce la flessione. In questo caso, se i legamenti SL sono rotti, determinerà la dislocazione dorsale del polo prossimale. Quando si smette di premere, si evidenzia un tipico rumore determinato dalla autoriduzione dello scafoide.

Scapholunate ballotement test: Il semilunare è fermamente stabilizzato tra pollice e indice di una mano, mentre lo scafoide, preso con l'altra mano (il pollice sulla tuberosità palmare e l'indice sul polo prossimale dorsale), è dislocato dorsalmente e palmarmente. Diventa positivo quando si provoca dolore, crepitio ed una eccessiva dislocazione dell'articolazione.

ESAMI RADIOGRAFICI

La SLD può essere sospettata in presenza di uno dei seguenti segni radiografici:

1. *Aumento dello spazio SL.* Il cosiddetto segno Terry Thomas¹ è considerato positivo quando lo spazio tra lo scafoide e il semilunare sembra più grande rispetto al lato controlaterale¹ (Fig. 10-13, *freccia bianca*). Ogni asimmetria della diastasi dello SL più grande di 5 mm è diagnostica per la SLD, sebbene esistano ipotesi controverse su questi parametri¹. Se in anamnesi non si ha uno specifico trauma, e c'è un'ovvia diastasi del SL, bisogna considerare anche una alterazione congenita dello spazio SL (probabilmente bilaterale) con o senza

iperlassità legamentosa⁶⁰ o altre cause come l'artrite reumatoide¹, gotta, e depositi di calcio pirofosfato^{1,148}.

2. *“Scaphoid Ring” Sign.* Quando lo scafoide collassa in flessione (RSS), assume una forma più accorciata nelle proiezioni in AP. La tuberosità dello scafoide si proietta sul piano coronale con la forma di un cerchio o anello radiodenso sopra i due terzi distali dello scafoide (Fig. 10-13, *freccie nere*). Questo segno è chiamato “ring sign” ed è presente in tutti i casi in cui lo scafoide è anormalmente flesso, senza tener conto delle cause¹.
3. *“Ring Pole” Sign.* Blatt¹⁴⁹ notò che nei casi di RSS risultanti da dissociazione SL o da altre cause, la piccola distanza tra il segno ad anello e il polo prossimale dello scafoide è ridotta in comparazione con l'altro polso¹.
4. *Mancanza di parallelismo.* Nel polso normale, quando l'articolazione SL è accuratamente disegnata orientando i raggi X correttamente, le due superfici articolari opposte sono piatte e parallele^{1,50,59}. La mancanza di parallelismo in pazienti con altri segni clinici positivi può indicare la presenza di dissociazione SL.
5. *Aumento dell'angolo SL.* Nella proiezione laterale, quando lo scafoide giace più perpendicolare all'asse lungo del radio e il semilunare appare normalmente allineato o anormalmente esteso (DISI), si deve sospettare una dissociazione SL^{24,56} (Fig. 10-14). In questi casi, l'angolo SL è più grande dei soliti 45-60°, con angoli maggiori quando accompagnati da una DISI.
6. *Taleisnik's “V” sign.* Nelle proiezioni laterali di un polso normale, può essere disegnata un'ampia linea a forma di C unendo i margini palmari dello scafoide e del radio¹¹⁶. Quando lo scafoide è anormalmente flesso, la linea palmare dello scafoide interseca il margine palmare del radio distale con un angolo acuto, formando un affilato compartimento a forma di V.



Fig. 10-13. Quando lo scafoide collassa in flessione assume una forma più accorciata che ad un esame RX viene definita come “segno dell'anello”. Questa immagine è determinata dalla forma ad anello che assume la tuberosità distale proiettata sopra i 2/3 distali dello scafoide.

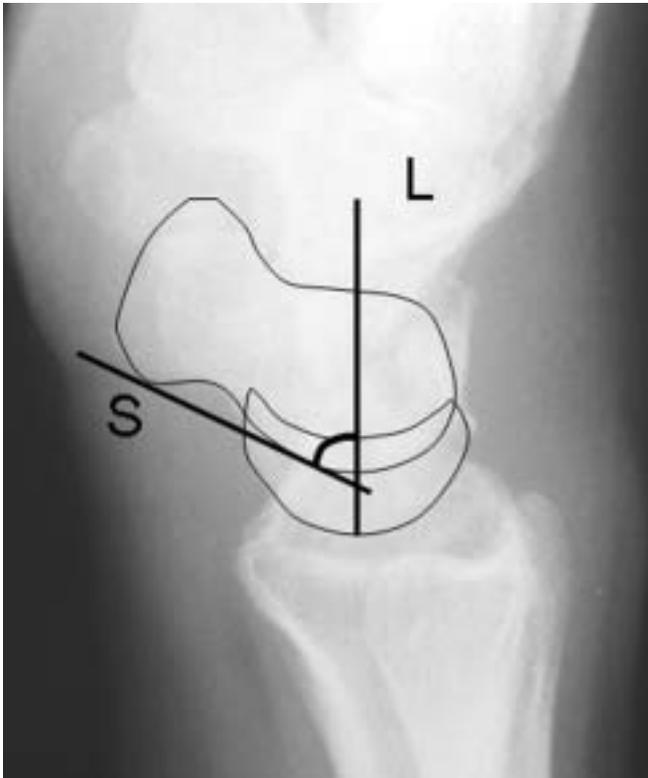


Fig. 10-14. Nella proiezione laterale lo scafoide è flesso in maniera abnorme rispetto al semilunare. In questo caso l'angolo scafolunato è più grande dei soliti 45° - 60° e questo deve far sospettare una dissociazione scafolunata.

CINERADIOGRAFIA

Anche nelle dissociazioni SL statiche, dove la diagnosi può essere fatta sui radiogrammi standard, si consiglia di ottenere ulteriori informazioni con la cineradiografia^{84,86,150}.

ARTROGRAFIA

L'artrografia può essere utile nel definire lesioni parziali del legamento SL, problemi locali come setti radiocarpali, difetti osteocondrali, o rotture dei legamenti capsulari^{151,152}. Ultimamente l'utilizzo dell'artrografia è diminuito in favore dell'artroscopia^{1,91,92}.

ARTROSCOPIA

Considerata da molti autori come la tecnica gold standard nella diagnosi di malallineamenti intracarpali, è utile nel descrivere i gradi di lesioni dei legamenti interossei. Geisler et al (Tab. 10-3) hanno perfettamente descritto i gradi della lesione legamentosa¹²⁸.

TRATTAMENTO

Il trattamento della dissociazione SL è difficile, non sempre prevedibile, e raramente completamente soddisfacente^{1,58,122}. Quando la lesione iniziale è una lesione parziale, si hanno dei radiogrammi normali e per questo in acuto non è riconosciuto. Ma anche se diagnosticato precocemente, i legamenti lesionati rimanenti sono corti, ren-

dendo difficile la riparazione. Inoltre una lesione intralegamentosa si comporterà diversamente da una avulsione legamentosa (Fig. 10-15 A,B). Più comunemente, la dissociazione SL è riconosciuta quando il malallineamento è evidente sui radiogrammi in AP. Questo accade perché la progressiva instabilità ha deteriorato gli stabilizzatori secondari, particolarmente le connessioni palmari e distali dello scafoide alla filiera distale. A questo stadio, la patologia non coinvolge più una singola struttura, ma consiste in un complesso multilivello di lesioni legamentose.

In questa sezione sarà discusso il trattamento per le differenti forme cliniche.

Dissociazione scafolunata pre-dinamica (occulta)

La dissociazione SL è considerata pre-dinamica od occulta quando la lesione del legamento SL non è completa, con un'apparenza radiografica normale in tutti i gradi di movimento e sotto stress. Il quadro anatomo-patologico più importante è la distruzione delle componenti palmari e prossimali del complesso del legamento SL ma non la sua porzione dorsale. Solo occasionalmente, il legamento dorsale può rompersi per primo, ma i legamenti palmari determinano una certa stabilità all'articolazione. L'artrografia può suggerire la diagnosi, ma più comunemente questa è fatta artroscopicamente. Se la lesione è riconosciuta nelle fasi precoci, è raccomandata una fissazione percutanea con fili di K oppure guidata artroscopicamente. Nell'instabilità cronica pre-dinamica, sono stati proposti tre differenti approcci: (1) rieducazione propriocettiva del muscolo FRC; (2) debridement artroscopico dei legamenti lesionati; e (3) shrinkage del legamento.

FISSAZIONE PERCUTANEA DELL'ARTICOLAZIONE SL CON FILI DI K

Le rotture parziali acute del legamento SL senza malallineamento carpale, quando possono essere ridotte anatomicamente fino al punto che i due capi dei legamenti interrotti possono essere avvicinati, vengono trattate mediante stabilizzazione dell'articolazione con fili di K (Fig. 10-16) e possono avere una buona guarigione con eccellenti risultati^{1,64,117}. Per assicurare la massima stabilità, alcuni autori raccomandano di bloccare anche l'articolazione SC con altri fili di K¹. Il polso è immobilizzato con un gesso anti-brachiale e i tramiti dei fili di K sono controllati ogni gior-

TAB. 10-3. GRADI DI LESIONE LEGAMENTOSA

| | |
|----------|--|
| Stadio 1 | Rottura parziale del leg SL, angoli normali, palpatore che non penetra nello spazio SL |
| Stadio 2 | Rottura del leg SL, modifiche angoli tra scafoide e semilunare, passaggio della punta nello spazio SL |
| Stadio 3 | Rottura del leg SL, malallineamento SL, passaggio del palpatore nello spazio SL |
| Stadio 4 | Rottura massiva del leg SL e malallineamento SL, passaggio dell'artroscopio dalla radiocarpica alla mediocarpica e viceversa attraverso lo spazio SL |

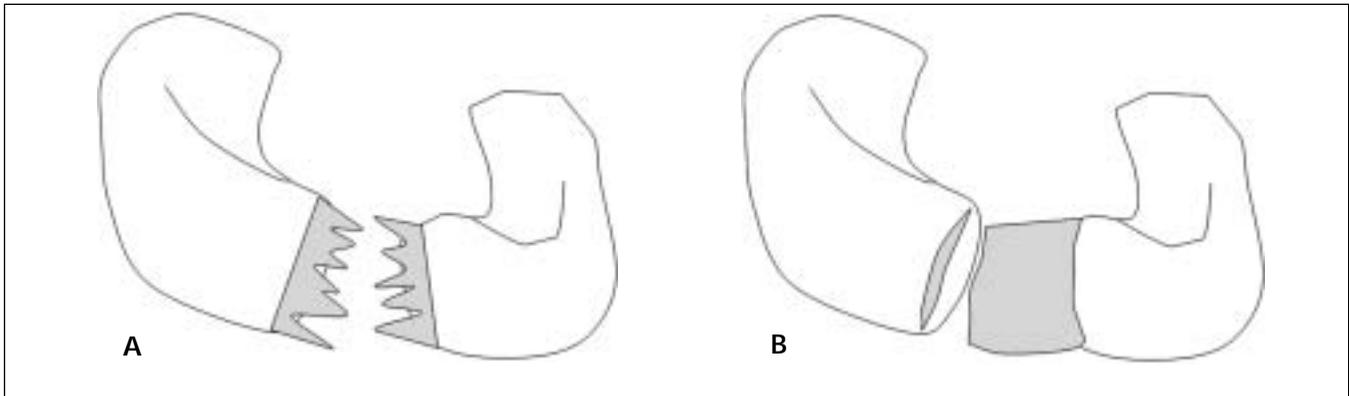


Fig. 10-15. Rappresentazione schematica della lesione del legamento scafolunato. Sia quando si tratti di una lesione intralegamentosa (A) che di una avulsione (B).

no. I fili di K sono lasciati da 8 a 10 settimane e protetti da uno splint rimovibile per altre 4 prima di fare iniziare il movimento. La riabilitazione a carico delle dita parte immediatamente. La presa di forza ed il movimento del polso saranno permessi dopo tre mesi. Le attività pesanti non sono permesse per i primi 6 mesi¹¹⁷.

FISSAZIONE DELL'ARTICOLAZIONE SL CON FILI DI K GUIDATA ARTROSCOPICAMENTE

Per migliorare la qualità della riduzione e la fissazione dei fili, alcuni autori hanno suggerito la visualizzazione diretta artroscopica nello stadio di Geissler II e III della dissociazione SL¹⁵³⁻¹⁵⁵.

RIEDUCAZIONE PROPRIOCETTIVA DEL POLSO

Il ruolo della rieducazione propriocettiva nel trattamento dell'instabilità lieve dello SL non deve essere sottostimato¹. In modo particolare nelle lesioni parziali dello SL, dove la com-

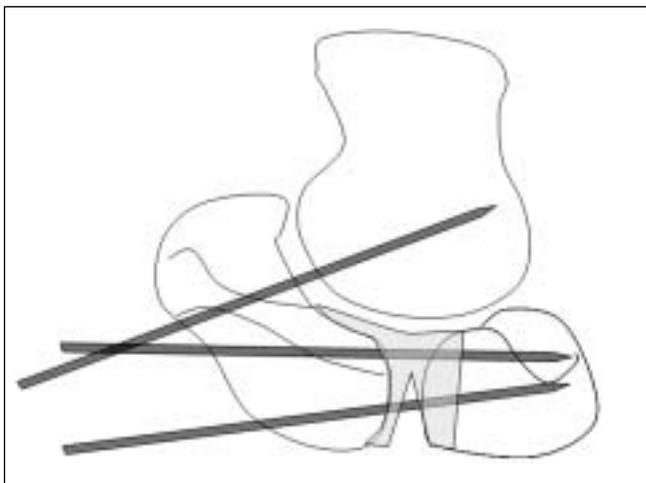


Fig. 10-16. Le lesioni parziali acute del legamento SL senza malallineamento possono essere ridotte anatomicamente per avvicinare i capi del legamento e trattate mediante stabilizzazione con fili di K. Molti Autori consigliano di stabilizzare anche l'articolazione SC per avere una maggiore stabilità.

ponente dorsale dello SL è intatta, ottimizzando il tempo di risposta del muscolo flessore radiale del carpo ai carichi del polso, si può far perseguire al FRC un importante ruolo nel ristabilire l'equilibrio necessario per un adeguato trasferimento dei carichi. Il FRC si comporta come uno stabilizzatore “dinamico” dello scafoide. Come per altre articolazioni, dove una lieve instabilità tende a rispondere bene ad un adeguato training propriocettivo¹, nella nostra esperienza le instabilità pre-dinamiche dello SL hanno beneficiato di questo approccio.

DEBRIDEMENT ARTROSCOPICO

È stato spesso raccomandato il debridement artroscopico delle lesioni parziali croniche del legamento interosseo. Dopo che è stato valutato il grado di lesione del legamento SL, si rimuovono i residui cicatriziali e le fibre lesionate del legamento SL. Il fine di questo trattamento è di rimuovere il tessuto instabile¹⁵⁷.

SHRINKAGE ELETTROTHERMICO

Lo shrinkage elettrotermico dei legamenti ha dimostrato di dare beneficio nella stabilizzazione di altre articolazioni; tuttavia, non è duraturo nel tempo e rimane irrisolta la questione di sapere se questo tessuto si comporterà come un tessuto normale.

Il trattamento postoperatorio delle lesioni croniche parziali è controverso. Alcuni autori credono che la sola immobilizzazione sia sufficiente. Altri credono nella stabilizzazione temporanea con fili di K, mentre lo shrinkage del collagene matura. I pazienti solitamente vengono immobilizzati da 6 a 8 settimane¹⁵⁸.

Dissociazione scafolunata dinamica

La dissociazione scafolunata dinamica è caratterizzata da una completa distruzione del legamento SL e dalla preservazione degli stabilizzatori secondari dello scafoide (legamenti STT e RSC¹³⁸). Secondo tale definizione, il malallineamento carpale dinamico appare solo sotto certe condizioni di carico, per esempio, in deviazione ulnare, etc.

Se la capacità di guarigione dei legamenti lesi è ottimale, senza retrazione e con una corretta vascolarizzazio-

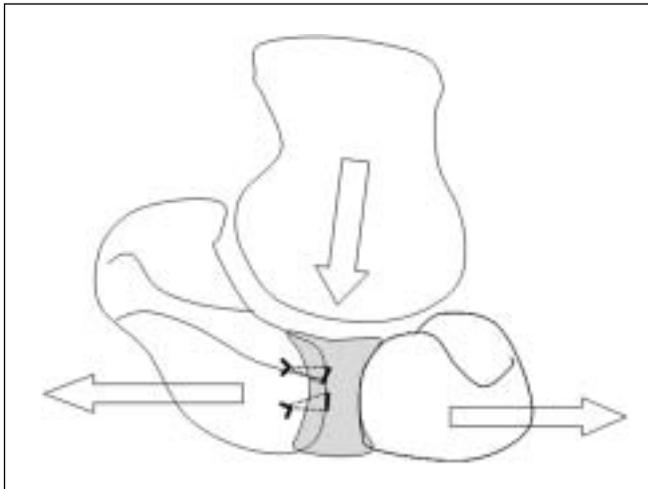


Fig 10-17. Il disegno dimostra come dopo una riparazione del legamento SL le forze esercitate dal capitato tendano a rompere la sutura.

ne dei legamenti, si raccomanda la riparazione diretta della componente dorsale del legamento SL associata ad una fissazione dell'articolazione SL almeno con due fili di K.

Non è infrequente notare che non vi è una lesione del legamento, ma un'avulsione da un lato del complesso del legamento SL, solitamente dallo scafoide¹²². Sfortunatamente, i legamenti intrinseci tendono a degenerare rapidamente quando sono interrotti nella loro componente centrale, anche in meno di due settimane, dopo di che la percentuale di successo per la riparazione diminuisce in maniera esponenziale. Se il legamento dorsale non può essere riparato, esiste un'alternativa per ricreare il legamento usando sia tessuto locale prelevato dai legamenti adiacenti sia utilizzando un innesto autologo osso-legamento-osso. L'altra alternativa di fatto più utilizzata dalla maggior parte dei chirurghi della mano è quella della capsulodesi dorsale radioscafoidea.

La riduzione chiusa con immobilizzazione è un approccio controverso e raramente accettabile in questi pazienti¹.

RIDUZIONE A CIELO APERTO, FISSAZIONE INTERNA E RIPARAZIONE DEL LEGAMENTO SCAFO-LUNATO DORSALE

La riparazione diretta del legamento scafolunato è indicata quando: (1) la porzione dorsale dello SL ha buone possibilità di riparazione; (2) gli stabilizzatori secondari dello scafoide sono ancora integri; (3) non è presente danno della cartilagine articolare (traumatico o degenerativo). Questo approccio offre gli stessi vantaggi di quando si tratta una lesione legamentosa acuta nelle altre articolazioni: (1) assicurarsi che si sia ottenuta una riduzione; (2) visualizzazione e trattamento di qualsiasi danno osteocondrale associato; (3) riparazione diretta dei legamenti lesionati¹.

Il disegno dimostra come la maggior parte dei fallimenti siano legati alle importanti forze trasferite dal capitato, che tendono a rompere la riparazione (Fig. 10-17)^{1,119,159-164}.

In passato, alcuni autori hanno sostenuto la riparazione solo della parte volare del legamento SL^{1,162} o di entrambe le componenti palmare e dorsale dello SL tramite un doppio accesso palmare e dorsale. In ogni caso, ricerche biomeccaniche recenti hanno concluso che solo la componente dorsale del legamento SL necessita di essere riparata per ottenere una relativamente normale cinematica carpale¹¹.

La riparazione della componente dorsale si effettua tramite un'incisione che può essere longitudinale, a Z o trasversa; quest'ultima risulta essere più estetica a discapito di una esposizione più ottimale¹. Si consiglia un approccio dorsale alla capsula del polso tra il 3° e 4° comparto degli estensori¹.

Frequentemente, quando si procede alla riparazione precoce di un legamento lesionato, si trova tessuto legamentoso sufficiente. Se il legamento non è lesionato ma avulso, la riparazione è più efficace e consiste nel reinserire il legamento avulso sulla cresta scafoidea o sul semilunare fissando la SL e/o la SC con varie tecniche come descritto da Linscheid^{117,119} e Lavernia et al¹¹⁹ (Fig. 10-18 A, B), od usando miniancore o miniviti^{1,159,164} (Fig. 10-18 C). Quando vi è un frammento osseo attaccato al legamento, questo può essere riposizionato nella sua sede originaria. La riparazione deve essere protetta da fili transossei transcafolunati e transcafoepitanti. In molti casi a questa tecnica si associa una capsulodesi dorsale come descritto in seguito^{1,119,161}. I fili sono mantenuti per un periodo di 8-10 settimane ed a seguire uno splint removibile per ulteriori 4 settimane^{1,119,159,161,163,164}.

CAPSULODESI RADIOSCAFOIDEA DORSALE

La capsulodesi dorsale dell'articolazione radiocarpica è oggi una delle metodiche più utilizzate per il trattamento della instabilità carpale. Resa nota da Blatt^{135,149} consiste nel ritensionamento della capsula dorsale tra il radio e lo scafoide per evitare che quest'ultimo vada incontro ad una eccessiva sublussazione rotatoria in flessione. Si crea quindi un lembo capsulare dorsale di 1 cm di larghezza, lasciando la sua inserzione prossimale inserita sul margine dorsale del radio. Una volta che si è ridotto lo scafoide viene mantenuto con un filo di K transcafoepitato. Il lembo capsulare viene inserito in tensione sul dorso dello scafoide in un punto lontano dal centro di rotazione dello scafoide (collo dello scafoide) (Fig. 10-19). Risulta ottimo l'uso di miniancore per la sua inserzione¹. Il postoperatorio di questi pazienti consiste nell'utilizzazione di un apparecchio gessato antibrachiometa carpale per 2 mesi, periodo dopo il quale si iniziano gli esercizi di mobilizzazione attiva. Il filo di K può essere lasciato in sede per un ulteriore mese; quindi si rimuove permettendo il movimento intercarpale a tre mesi postoperatori. Sono state pubblicate diverse modifiche alla tecnica di Blatt^{1,99,122,166-168} (Fig. 10-19).

Supportati dai risultati ottenuti in laboratorio¹, diversi studi clinici hanno riportato buoni risultati con queste metodiche^{1,168}. Inoltre queste tecniche possono essere usate con successo nel carpo scheletricamente ancora immaturo^{1,133,135}.

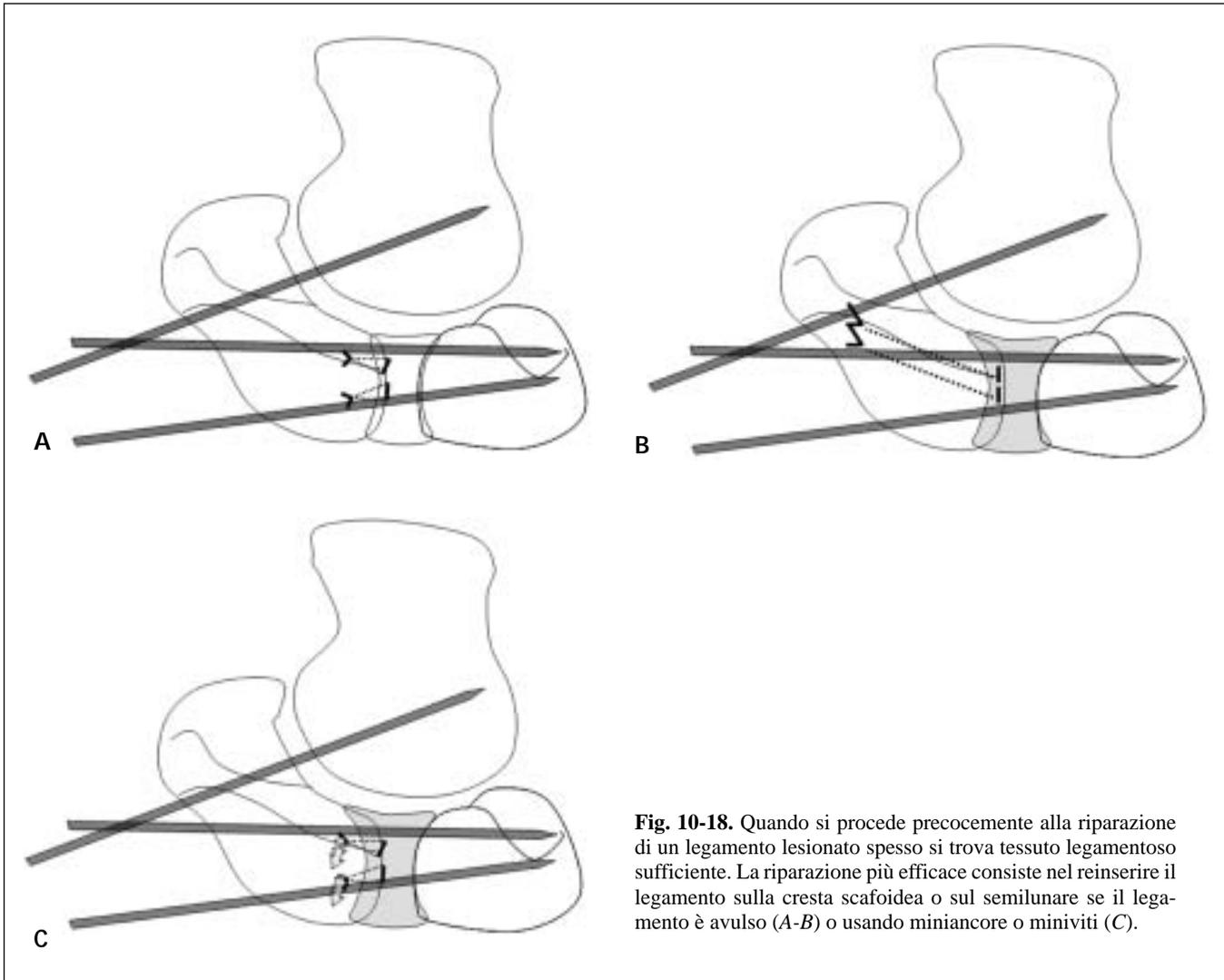


Fig. 10-18. Quando si procede precocemente alla riparazione di un legamento lesionato spesso si trova tessuto legamentoso sufficiente. La riparazione più efficace consiste nel reinserire il legamento sulla cresta scafoidea o sul semilunare se il legamento è avulso (A-B) o usando miniancore o miniviti (C).

RICOSTRUZIONE DEI TESSUTI MOLLI DELLA COMPONENTE DORSALE DEL LEGAMENTO SL

Publicazioni recenti hanno mostrato risultati accettabili nel trattamento delle instabilità dinamiche SL con la sostituzione della componente dorsale non riparabile del legamento SL con un lembo del legamento intercarpico dorsale¹⁷⁰ (Fig. 10-20 A) o del legamento radio-piramidale dorsale¹ (Fig. 10-20 B). Entrambe le metodiche utilizzano una porzione di connettivo denso con inserzione sul piramidale. Questa inserzione è lasciata integra, mentre l'altra estremità è reinserita tenacemente sull'angolo dorso-ulnare prossimale dello scafoide. Questa tecnica prevede l'utilizzo di ancorine o miniviti per facilitare l'integrazione del legamento sulle superfici, corticali dorsali e distali dello scafoide e del semilunare, precedentemente cruentate.

Un'ultima tecnica attualmente utilizzata e proposta da Berger⁹⁹ prevede lo scolpimento/distacco di un lembo di legamento interosseo dorsale a base scafoidea ed il trasferimento della parte libera sul semilunare (Fig. 10-21 A).

TRAPIANTO OSSO-LEGAMENTO-OSSO

Basandosi sui collaudati successi nell'utilizzo dell'innesto osso-legamento-osso ottenuti nella chirurgia legamentosa del ginocchio, diversi autori si sono indirizzati allo studio in vitro per la possibilità di usare degli innesti per sostituire un legamento SL non riparabile^{1,171-175}. L'approccio chirurgico è lo stesso della riparazione diretta. Una volta che le ossa carpali siano state ridotte e stabilizzate con dei fili di K, si crea una fossa su entrambe le ossa dove verranno posizionati gli innesti ossei. Questi possono essere stabilizzati con delle miniviti o fili (Fig. 10-21 B).

In teoria, fornendo ai tessuti una forza ed elasticità simile a quella originaria vi è una maggior possibilità di raggiungere un legame SL migliore. Possono insorgere alcuni potenziali problemi: (1) essendo la parte prossimale dello scafoide particolare dal punto di vista vascolare, l'integrazione dell'innesto può non essere raggiunta con facilità; (2) dopo un lungo periodo di immobilizzazione le proprietà meccaniche del trapianto possono deteriorarsi; (3)

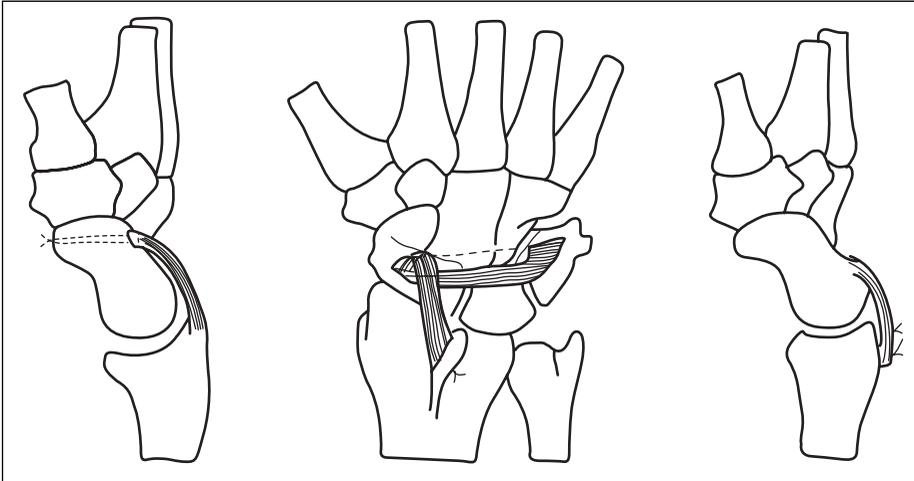


Fig. 10-19. Per prevenire la flessione dello scafoide si possono utilizzare varie tecniche di capsulodesi dorsale radioscafoidea. La prima fu descritta da Blatt¹³⁵, poi altre tecniche furono introdotte da Linscheid nel 1992¹²² ed Herbert nel 1996¹.

ricostruendo solo la componente dorsale del legamento SL non si risolve l'insufficienza palmare distale che esiste per definizione nelle instabilità statiche SL. I risultati clinici preliminari di Schuind¹⁷⁴ e Weiss¹⁷⁵ sono incoraggianti.

Dissociazione scafolunata statica riducibile

Una dissociazione SL è considerata "statica riducibile" quando: (1) la lesione legamentosa non è stata risolta nella fase acuta, e quindi vi è una degenerazione del legamento residuo che preclude una riparazione chirurgica secondaria diretta; (2) gli stabilizzatori secondari sono insufficienti (i legamenti STT e SC¹³⁸), e si crea un malallineamento permanente (statico); (3) la lussazione carpale è ancora riducibile; e (4) non vi è alcuna alterazione cartilaginea manifesta. Per questi pazienti sono stati proposti due differenti procedure: ricostruzione tendinea e la RASL (riduzione-associazione dell'articolazione SL)^{1,119,122}.

RICOSTRUZIONE TENDINEA

L'utilizzo di innesti tendinei per la ricostruzione del legamento SL si è evoluta considerevolmente dalla descrizione di Dobyns et al⁵⁸ nel 1975. L'idea iniziale era quella di fare passare un lembo di tendine attraverso dei fori transossei nello scafoide e nel semilunare così da conferire stabilità¹, però questa metodica fu abbandonata. Negli anni '80 divennero popolari le artrodesi parziali^{1,10}. Almquist et al^{1,176} hanno riportato buoni risultati con la tecnica chiamata ricostruzione legamentosa delle "quattro ossa" (Fig. 10-22). Non sono tuttavia ancora disponibili risultati a lungo termine.

Altre opzioni sono state riportate da Linscheid e Dobyns¹²² che utilizzano un lembo del ECRB per tensionare lo scafoide distale e prevenire la sua deformità in flessione (Fig. 10-23). Brunelli e Brunelli^{160,177,178} hanno sostenuto l'utilizzo di uno strip di FRC per trattare sia l'aspetto prossimale che distale dell'instabilità (Fig. 10-

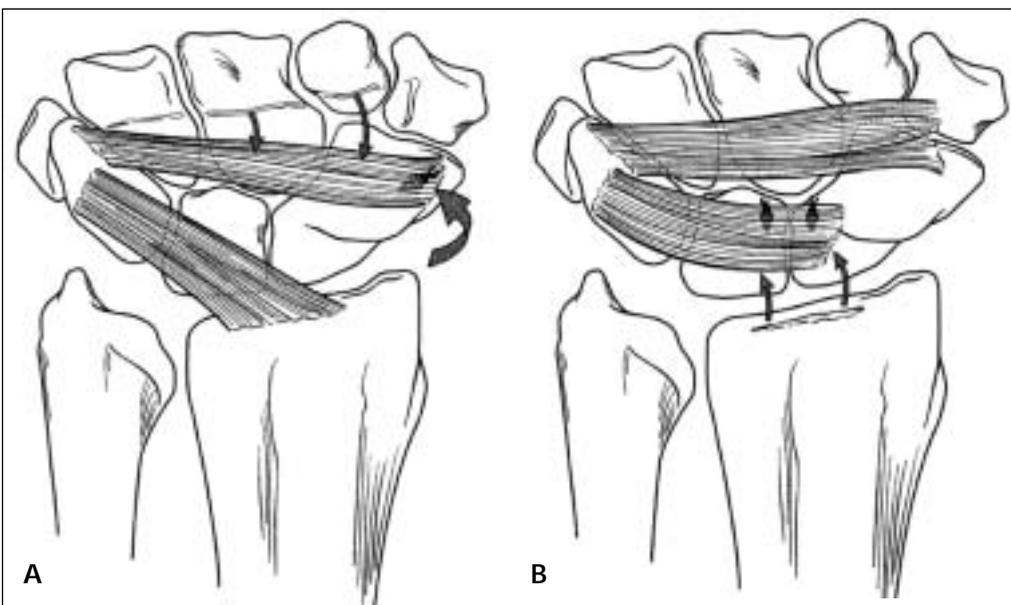


Fig. 10-20. Quando non ho abbastanza tessuto legamentoso per effettuare una riparazione diretta del legamento SL, posso utilizzare un lembo del legamento intercarpico dorsale (A) o del legamento radiopiramidale dorsale (B).

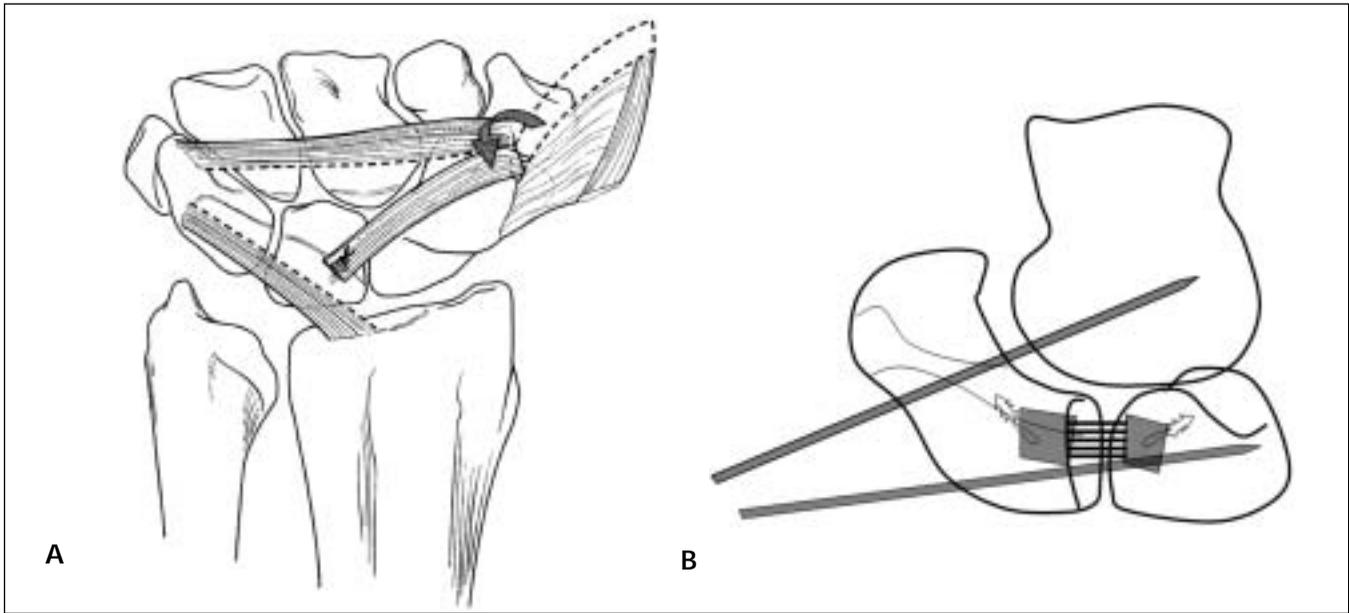


Fig. 10-21. A, Tecnica di ricostruzione proposta da Berger⁹⁹, che utilizza un lembo del legamento interosseo dorsale a base scafoidea per inserirlo sul semilunare. B, Rappresentazione schematica della tecnica di ricostruzione tramite l'utilizzo di innesto osso-legamento-osso.

24). Van Den Abbeele et al¹⁷⁸ che hanno suggerito di non attraversare l'articolazione radiocarpica, ma di utilizzare il legamento dorsale RP come un solido punto di ancoraggio per il tendine (Fig. 10-25 A). Mir¹⁷⁹ e Garcia¹

hanno modificato la tecnica di Brunelli utilizzando una bandelletta di FRC fatta passare lungo il decorso dello scafoide, dal suo tubercolo al polo prossimale, ma con differente ricostruzione del legamento SL e fissaggio

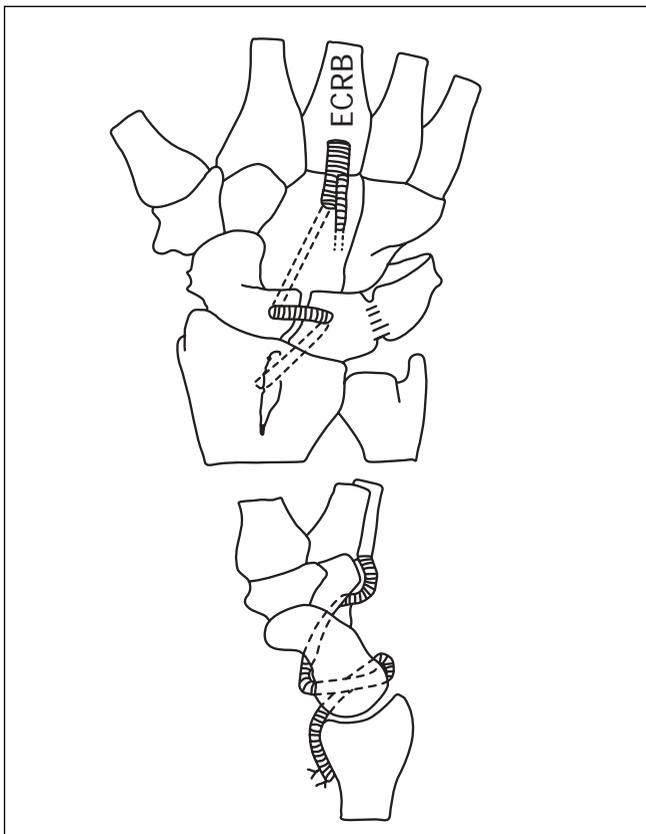


Fig. 10-22. Rappresentazione della tecnica di Alquist¹⁷⁶ per la ricostruzione tendinea del legamento SL.

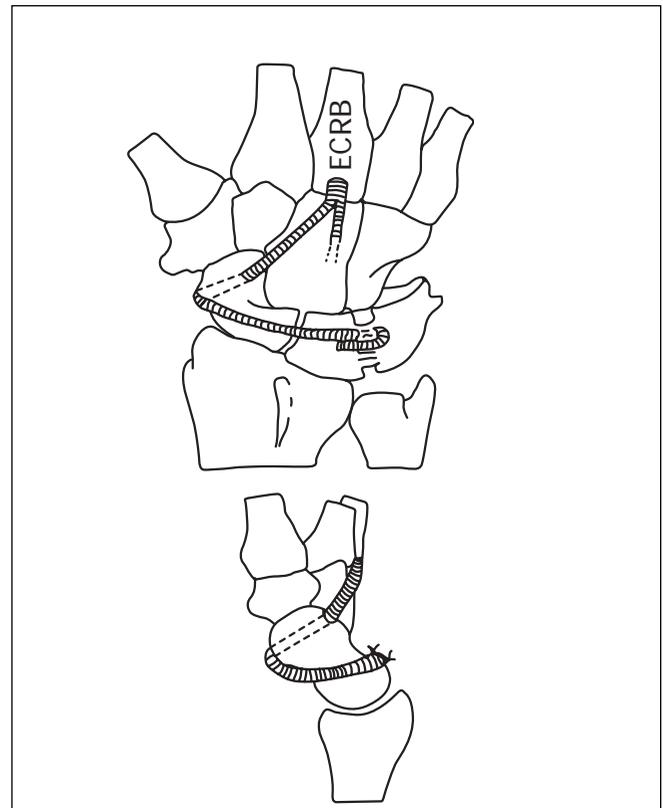


Fig. 10-23. Tecnica di ricostruzione di Linscheid e Dobyns¹²² che utilizza un lembo del ECRB per ritensionare lo scafoide distale e prevenire la sua deformità in flessione.

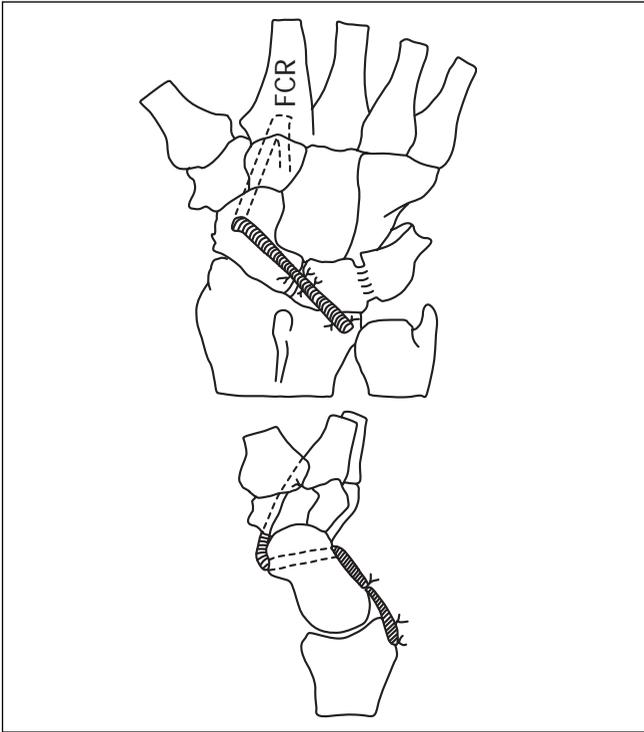


Fig. 10-24. Tecnica di ricostruzione tendinea di Brunelli e Brunelli^{160,177} che utilizza un lembo del FCR per trattare sia l'instabilità distale che prossimale dello scafoide.

prossimale (Fig. 10-25 B,C). Vedere il caso clinico concesso dall'autore (Fig. 10-25 D-P).

RIDUZIONE-ASSOCIAZIONE DELL'ARTICOLAZIONE SL (TECNICA RASL)

Basandosi sull'osservazione che gli insuccessi delle artrodesi SL tendono clinicamente a dare risultati migliori che non quando si ottenga la fusione, Herbert et al¹⁶⁵ hanno

proposto un approccio che consiste in una riduzione aperta, riparazione dei residui del legamento e protezione della riparazione bloccando l'articolazione SL con una vite di Herbert per 12 mesi o più^{180,181} (Fig. 10-26 A,B). Il difficile di quest'intervento è centrare perfettamente il centro di rotazione scafolunato.

Dissociazione SL statica irriducibile (senza artrosi)

Una lesione cronica dei legamenti stabilizzatori SL sia primari che secondari risulta in una formazione di fibrosi all'interno dello spazio articolare fra scafoide e le ossa vicine. Il trattamento più frequentemente raccomandato per questo tipo di condizione è l'artrodesi parziale. I vantaggi di artrodesizzare solo l'articolazione coinvolta, rispetto all'artrodesi di polso, si sono intuiti sino dal 1924 con Thornton¹. Da allora sono stati descritti diversi tipi di artrodesi parziali^{1,42}. Le tecniche più comunemente usate sono di seguito descritte.

ARTRODESI STT

Negli anni '80, l'artrodesi della STT¹ è diventata un metodo popolare per il trattamento delle dissociazioni SL croniche¹. Lo scopo di questa metodica è quello di riallineare il polo prossimale dello scafoide rispetto alla fossa scafoidea in maniera tale da ricostituire la congruenza radioscafoidea e diminuire il rischio di fenomeni degenerativi^{1,183-185}.

I risultati a distanza, purtroppo, non sono favorevoli poiché trasforma una instabilità SL in un'artrosi radioscafoidea per l'impossibilità di movimento dello scafoide artrodesizzato al trapezio ed al trapezoide.

ARTRODESI SL

Mentre una volta si credeva fosse il metodo migliore per trattare la dissociazione SL, l'artrodesi dell'articolazione SL ha dimostrato di essere uno dei trattamenti meno

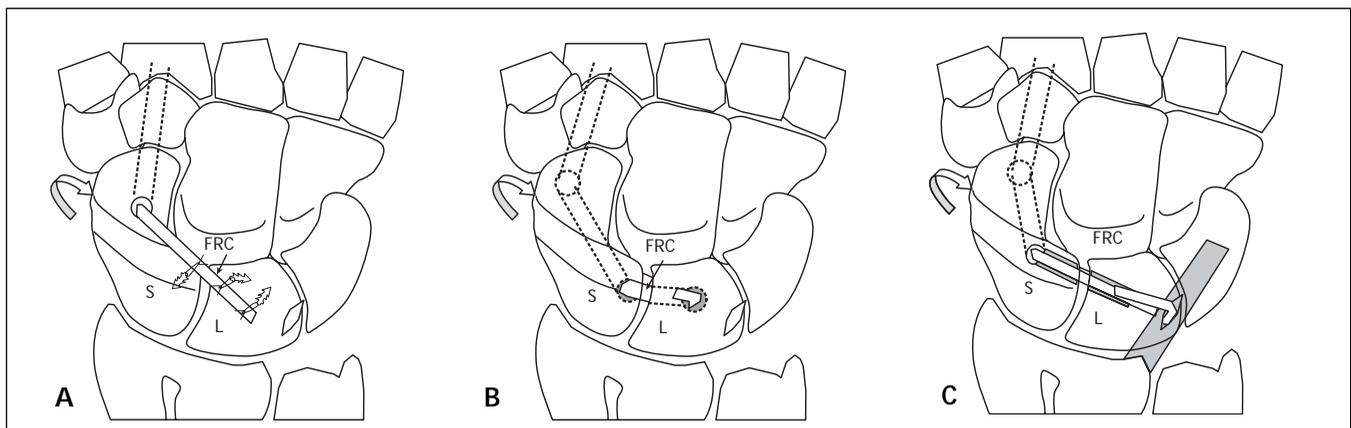


Fig. 10-25. Van Den Abbeele et al¹⁷⁸ hanno modificato la tecnica di Brunelli e Brunelli utilizzando come punto di ancoraggio del FRC il legamento dorsale RP e non attraversando l'articolazione radiocarpica (A). Mir¹⁷⁹ e Garcia-Elias¹ hanno modificato ulteriormente la tecnica facendo passare il tendine attraverso dei fori praticati nello scafoide e nel semilunare ed utilizzando come ancoraggio, nella tecnica di Garcia-Elias, il legamento radiopiramidale (B e C).

L'illustrazione continua nella pagina seguente

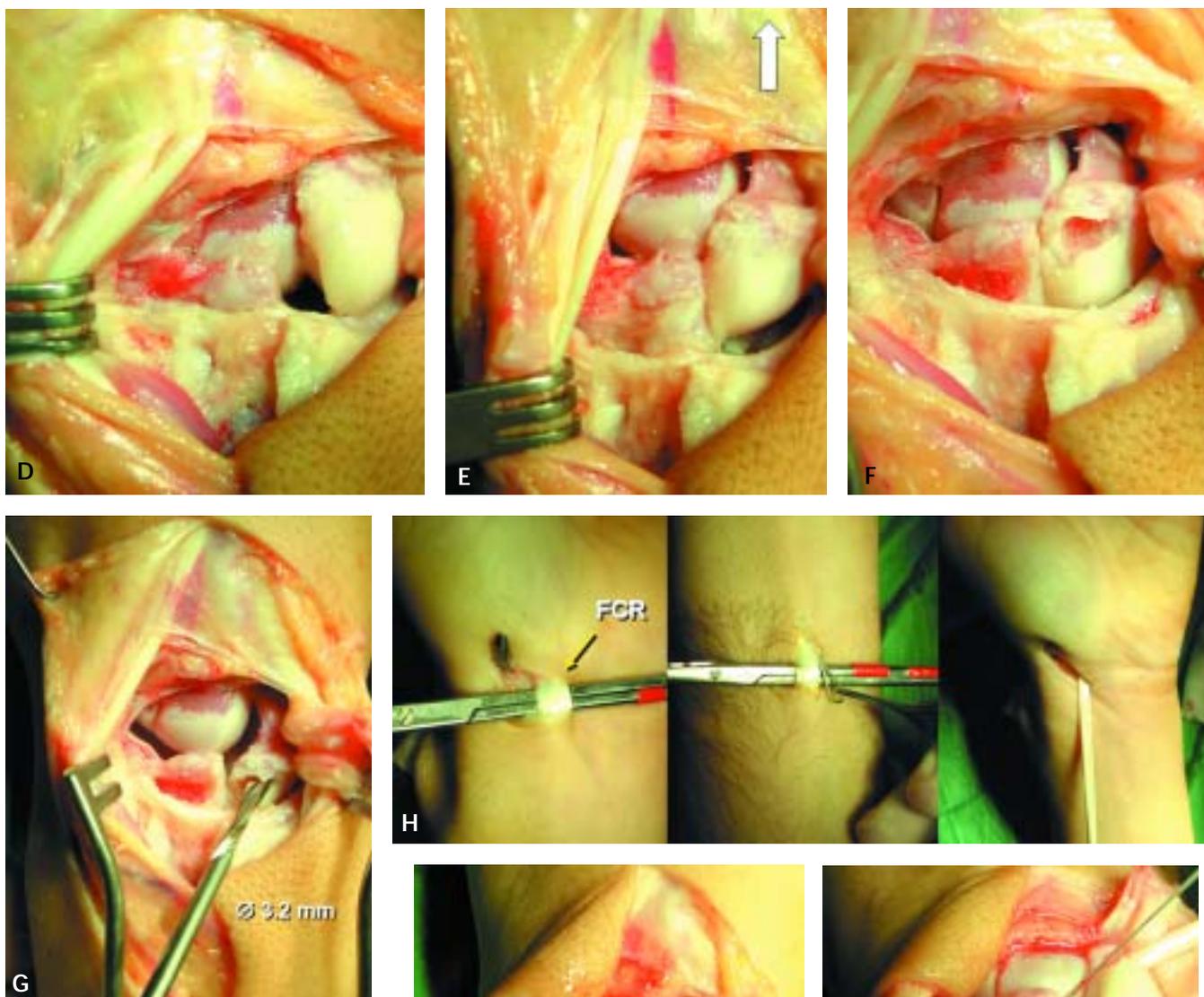


Fig. 10-25. (Continuazione). D-P, Caso clinico fornito cortesemente da Garcia-Elias. Sono rappresentate le varie fasi della tecnica di ricostruzione tendinea. Le immagini D-F evidenziano la dissociazione SL e la preparazione dei fori tra scafoide e semilunare. La preparazione del foro a livello dello scafoide per creare il passaggio per il FCR (G). Il prelievo del tendine (H) ed il suo passaggio tra scafoide e semilunare (I-L).

L'illustrazione continua nella pagina seguente

affidabili^{1,185}. Questa risulta in un aumento del carico sul sito di artrodesi, predisponendo il sito di fusione ad una frattura secondaria. I sostenitori di questa tecnica^{1,20} riconoscono che la fusione ossea si verifica solo nel 50% dei casi, ma sostengono che la fibrosi che si forma tra scafoide e semilunare sia sufficiente per diminuire i sintomi del paziente.

ARTRODESI SC

L'artrodesi SC fu descritta per la prima volta nel 1946 da Sutro¹⁸⁶ per la pseudoartrosi di scafoide. Più recente-

mente è stata usata per il trattamento della dissociazione SL¹. In teoria dovrebbe avere conseguenze simili all'artrodesi della STT. Alcuni autori^{1,42} hanno evidenziato una minor riduzione della motilità dopo l'artrodesi STT che non dopo quella SC³⁷².

ARTRODESI SCAFO-LUNO-CAPITATA

Aggiungendo il semilunare all'artrodesi scafocapitata si offre la possibilità di controllare le alterazioni di allineamento sia del semilunare che dello scafoide (Fig. 10-27 A,B). La conseguenza è la perdita del 50% circa della

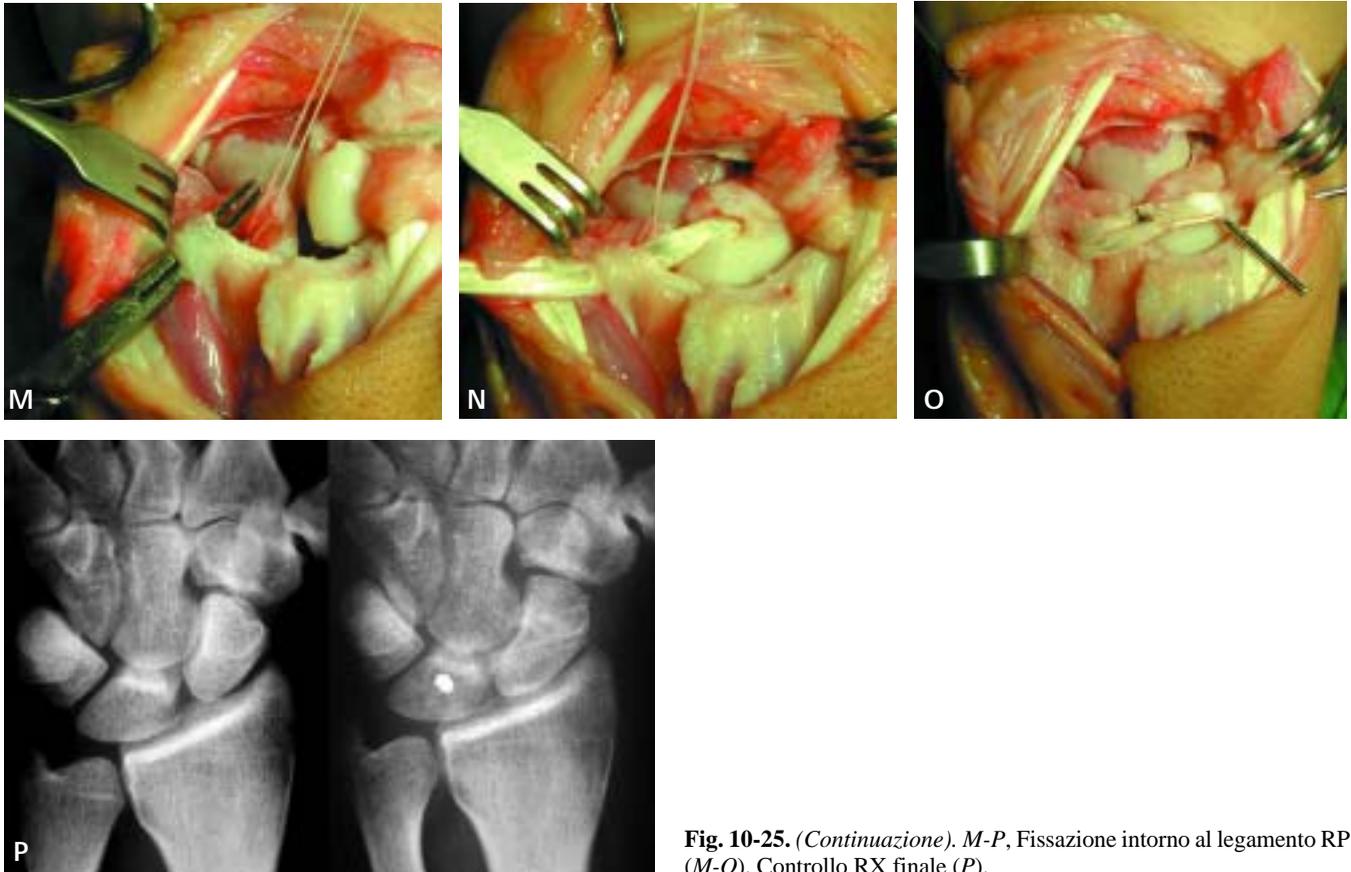


Fig. 10-25. (Continuazione). M-P, Fissazione intorno al legamento RP (M-O). Controllo RX finale (P).

motilità del polso¹. Questa tecnica è indicata in caso di grave instabilità in rigidità senza alterazioni degenerative a carico del polo prossimale dello scafoide e sulla corrispondente superficie articolare del radio¹.

ARTRODESI RADIO-SCAFO-LUNATA ASSOCIATA A RESEZIONE DISTALE DELLO SCAFOIDE

Come già descritto, la maggior parte delle attività quotidiane coinvolgono il movimento nella cosiddetta “fisio-



Fig. 10-26. Immagine RX di un paziente sottoposto a ricostruzione del legamento SL tramite tecnica RASL che utilizza una vite di Herbert per stabilizzare l'articolazione SL.

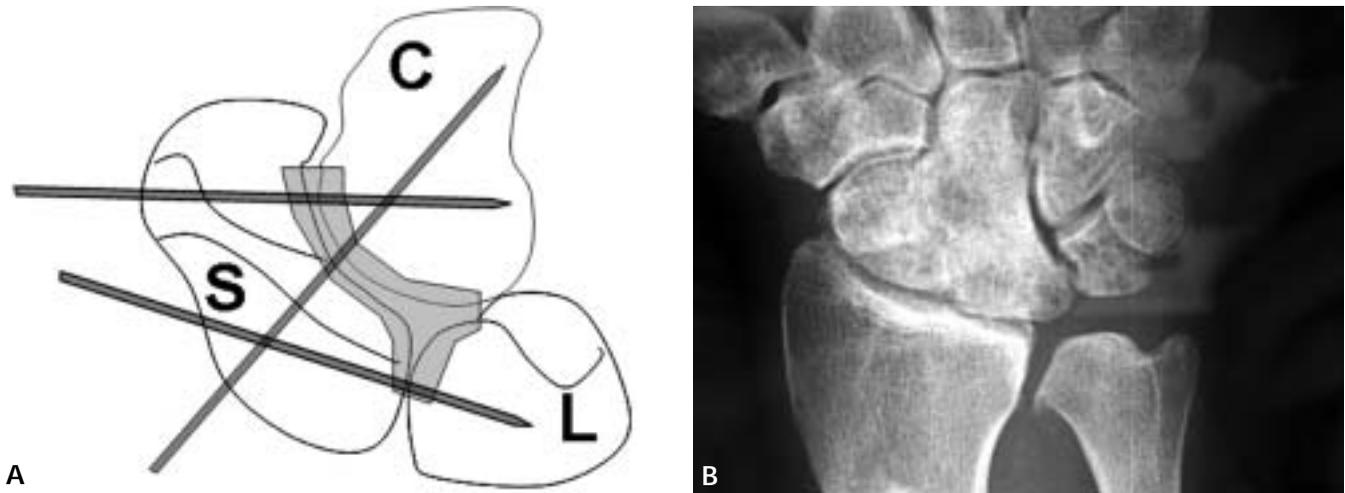


Fig. 10-27. Rappresentazione schematica (A) e immagine RX (B) della tecnica di artrodesi scafo-luno-capitato. Questa tecnica è consigliabile in pazienti dove non ci sia alterazione del polo prossimale dello scafoide e del radio in un quadro di instabilità e rigidità.

logica flessione-estensione”. Questo tipo di movimento si verifica principalmente a livello dell’articolazione mediocarpica¹. Di conseguenza, se il malallineamento fisso dello scafoide e del semilunare necessita un’artrodesi, è ragionevole fondere l’articolazione radiocarpica, piuttosto che la mediocarpica. Se oltre alla dissociazione è presente un’alterazione dell’articolazione radiocarpica, la migliore scelta può essere l’artrodesi della RSL¹. Artrodesizzare l’articolazione radiocarpica elimina il dolore causato dalla sinovite e stabilizza la componente prossimale (l’acetabolo SL) della mediocarpica¹.

Quando si fonde l’articolazione RSL, l’articolazione STT tende a diventare sintomatica ed a degenerare¹⁸⁷. Questa è la conseguenza dell’impossibilità dello scafoide di flettersi durante la flessione del polso e di deviare radialmente creando un conflitto locale. Per evitare questa complicanza e per aumentare il movimento residuo si raccomanda l’escissione del terzo distale dello scafoide (Fig. 10-28). Con questa tecnica modificata l’articolazione mediocarpica è liberata dalle sue costrizioni laterali¹⁸⁸ e permette più del 50% della motilità totale del polso¹⁸⁹.

Artrosi di polso secondaria a dissociazione (SLAC wrist)

Una dissociazione SL di lunga durata causa una degenerazione della cartilagine articolare delle articolazioni adiacenti seguendo uno specifico pattern di osteoartrite: il cosiddetto “SLAC wrist”^{1,2,136,148}. Secondo alcuni autori¹ la lesione cartilaginea inizia tra la punta della stiloide radiale e la parte distale dello scafoide (Fig. 10-29 A) e prosegue fino a quando non coinvolge l’intera articolazione scaforadiale (Fig. 10-29 B). In uno stadio più avanzato può degenerare anche l’articolazione mediocarpica, solitamente a livello dello spazio lunocapitato (Fig. 10-29 C). Il polso SLAC non è necessariamente sintomatico¹⁰⁷. Quando lo è, le procedure sui tessuti molli non risolvono il dolore. I

punti da tenere in considerazione in pazienti con una dissociazione SL sono i seguenti.

ARTROSCOPIA

Gioca un ruolo limitato per i pazienti con polso SLAC. Può essere utilizzata per valutare il grado e l’estensione della degenerazione articolare, aiutando quindi a scegliere quale metodica di salvataggio sia migliore per il caso specifico: un’artrodesi delle quattro ossa od una carpectomia prossimale.

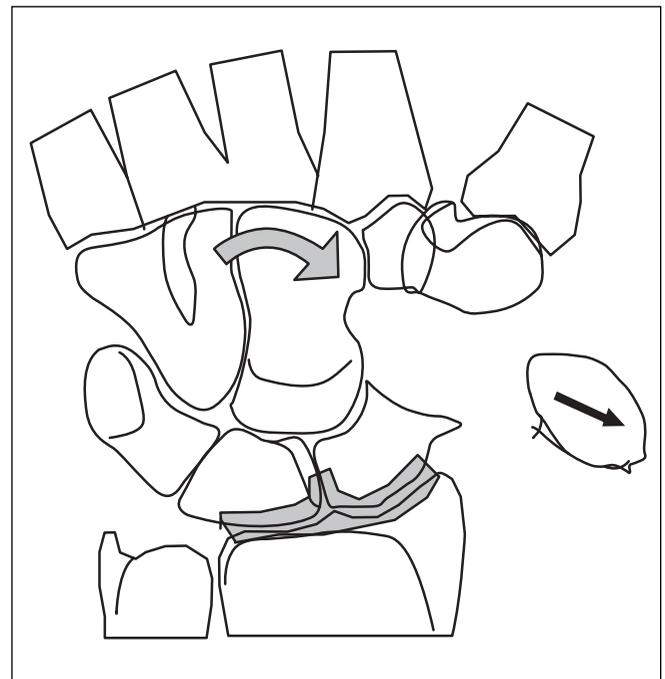


Fig. 10-28. Artrodesi radio-scafo-lunata associata a resezione del terzo distale dello scafoide. Questa tecnica permette di mantenere più del 50% di motilità totale del polso.

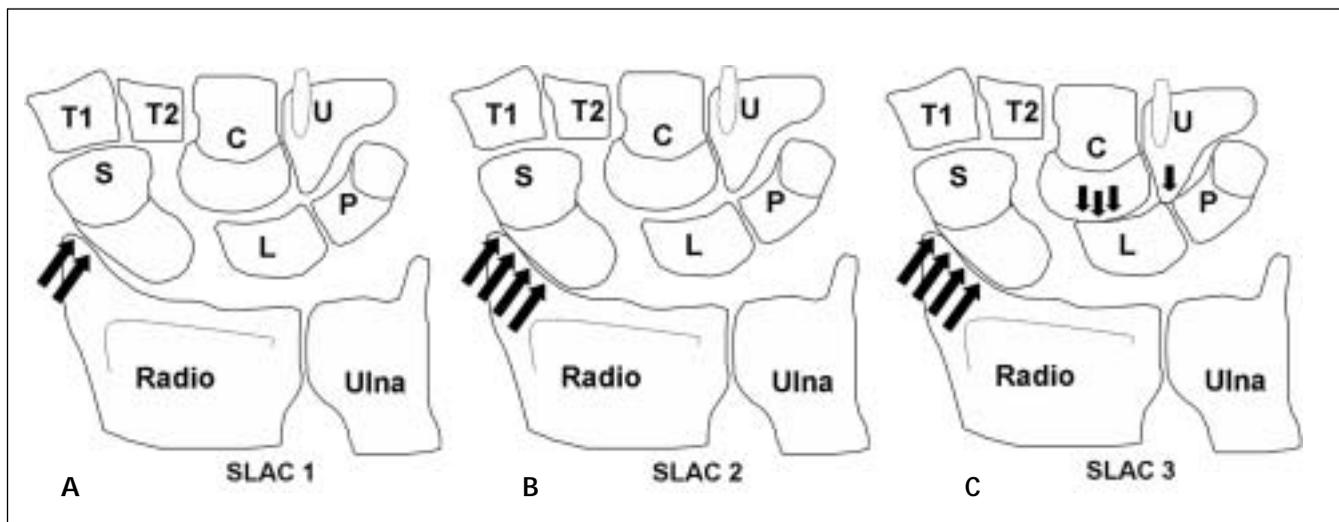


Fig. 10-29. Stadiazione del polso SLAC. A, Stadio I: alterazione cartilaginea che coinvolge la stiloide radiale e la parte distale dello scafoide. B, Stadio II: alterazione della intera superficie scaforadiale. C, Stadio III: coinvolgimento della superficie mediocarpica.

STILOIDECTOMIA RADIALE

È una delle metodiche più vecchie. Eliminando la stiloide non viene ad essere eliminata la causa del malallineamento dello scafoide e la possibilità di una recidiva del dolore è presente. Quando si esegue tramite un approccio chirurgico laterale, bisogna porre attenzione a proteggere i rami dorso-laterali del nervo radiale ed a non disinserire i legamenti radiocarpali¹.

In pazienti che desiderano un intervento minore, può essere un'alternativa un debridement artroscopico associato a stiloidectomia artroscopica (Fig. 10-30 A-C).

ARTROPLASTICA DI SOSTITUZIONE SCAFOIDEA

La sostituzione dello scafoide con una protesi in silicone o metallo è raramente indicata. Molte sono le complicanze a lungo termine¹. Inoltre, è molto difficile se non impossibi-

le mantenere l'impianto nel corretto allineamento in un polso dove la perdita dei legamenti periscafoidei ha portato ad una instabilità mediocarpica^{1,190}. L'uso degli impianti scafoidei è stato abbandonato.

PROCEDURE PER IL POLSO SLAC

La cosiddetta procedura SLAC² (escissione dello scafoide più artrodesi capitato-semilunare-piramidale-uncinato, conosciuta anche come artrodesi delle quattro ossa interne) ha ottenuto molti consensi per il trattamento della dissociazione SL cronica¹⁹¹⁻¹⁹³. Perché abbia successo è necessario che vi sia una buona qualità della superficie articolare radiolunata¹⁹¹. Un importante passo tecnico per evitare ciò è quello di correggere completamente la deformità in DISI del semilunare prima di posizionare i fili di K transradiocapitati¹⁹². Particolarmente utili si sono dimostrate le placche spi-



Fig. 10-30. A-C, Stiloidectomia radiale tramite accesso artroscopico. È evidente nella prima immagine (A) il conflitto tra stiloide radiale e scafoide.



Fig. 10-31. Quadro radiografico di un paziente affetto da polso SLAC. A-B, Nella proiezione laterale è visibile la deformità in DISI a carico del semilunare. Il trattamento utilizzato è stata l'artrosi mediocarpica tramite utilizzo della placca "spider" associata ad escissione dello scafoide (C-D).

der (Fig. 10-31 A-D), disegnate specificatamente per incontrare il bordo dell'intersezione tra le quattro ossa, in maniera tale da evitare l'impingement¹. In casi selezionati, l'artrosi è limitata all'articolazione capitato-semilunare (Fig. 10-32 A,B), soprattutto in polso con un'ulna plus nei quali un piramidale eccessivamente rigido può causare un abutment ulnocarpico¹⁹⁰. Soprattutto nei casi con una instabilità cronica SL e LP (instabilità perilunare), si deve escindere sia lo scafoide che il piramidale (Fig. 10-33 A,B) prima di fondere l'articolazione lunocapitata¹⁹⁴.

CARPECTOMIA PROSSIMALE

È una tecnica di salvataggio, consistente nell'asportazione dello scafoide, del semilunare e del piramidale (Fig. 10-34

A,B). Sebbene solitamente eseguita per via dorsale, può anche essere effettuata per via volare (Bedeschi, Luchetti et al)^{195,196}. Nella maggior parte delle serie questa procedura si è dimostrata avere una sorprendente remissione del dolore, ripristino della motilità del polso e della forza di presa, con una generale soddisfazione del paziente^{1,196-198}. In termini meccanici, questa procedura trasforma un'articolazione complessa in una singola articolazione con superfici articolari non complementari. Il polso non può fare altro che adattarsi a questa incongruità se vi è una buona qualità della superficie articolare sia a livello del capitato che della fossetta del semilunare. Rispetto alla procedure SLAC, questa tecnica evita il rischio di pseudoartrosi e lunghi periodi di immobilizzazione¹⁹³. Ha inoltre il vantag-

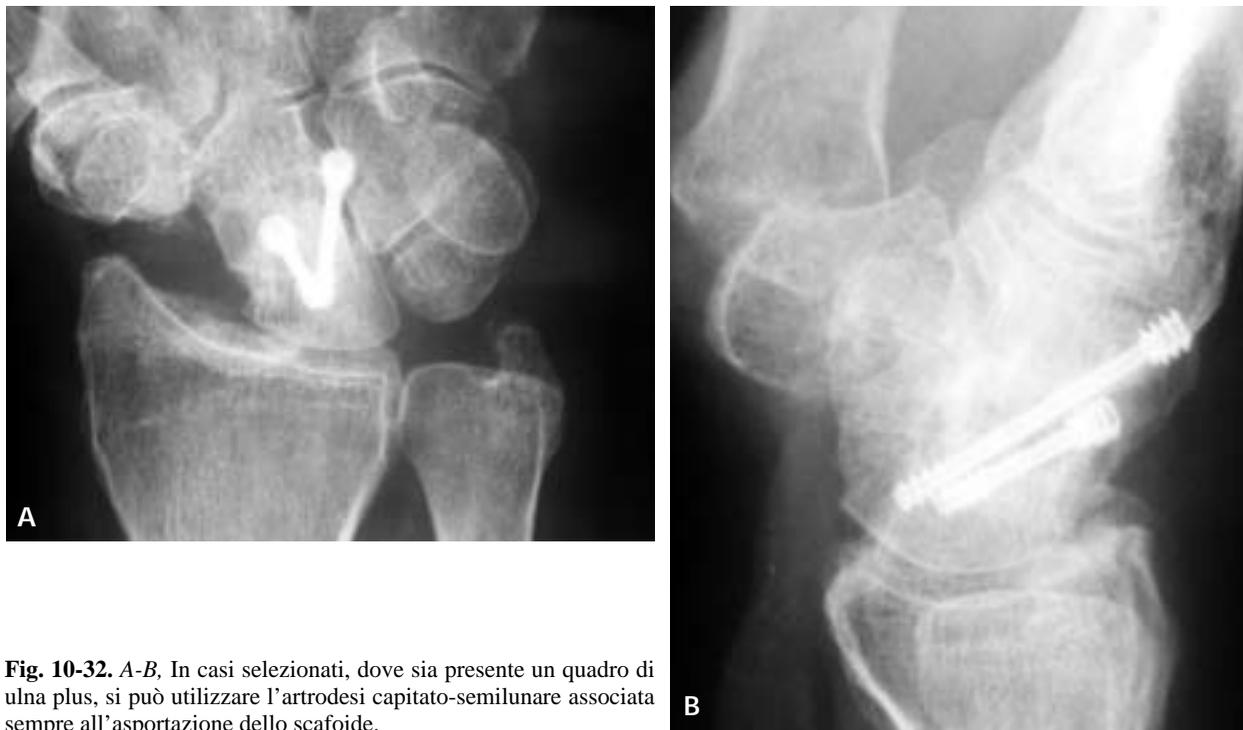


Fig. 10-32. A-B, In casi selezionati, dove sia presente un quadro di ulna plus, si può utilizzare l'artrodesi capitato-semilunare associata sempre all'asportazione dello scafoide.

gio di poter essere convertita in un'artrodesi di polso od in un'artroplastica¹⁹⁷.

ARTROPLASTICA TOTALE DI POLSO

Recenti sviluppi nelle tecniche di sostituzione totale protesica di polso hanno reso questa possibilità un'opzione ragionevole per i pazienti che abbiano basse necessità per il polso. Sfortunatamente la maggior parte dei pazienti con instabilità post-traumatica tardiva sono soggetti giovani con un lavoro pesante e quindi per loro questa opzione è raramente praticabile.

ARTRODESI TOTALE DI POLSO

Sebbene molti autori considerino che l'artrodesi di polso debba essere usata raramente, può essere utile quando si

abbia un'importante osteoartrosi di polso in giovani lavoratori manuali¹.

TRATTAMENTO PREFERITO DALL'AUTORE

Nella Tabella 10-4 sono riportate le indicazioni al trattamento proposte dall'autore.

La rottura parziale dello SL (pre-dinamica; occulta) è meglio trattata artroscopicamente. Ben promettenti sono i risultati nel trattamento delle lesioni parziali (gradi I-II) con shrinkage elettrotermico della membrana prossimale detesa (Fig. 10-35). Negli stadi più avanzati crediamo nel debridement della parte instabile della membrana associata a riduzione e pinning percutaneo dell'articolazione SL con uno o più fili di K per 8 settimane. È fondamentale controllare sempre l'integrità della componente dorsale del legamento

TAB. 10-4. ALGORITMO DI TRATTAMENTO DELLE DISSOCIAZIONI SL.

| Grado | I | II | III | IV | V | VI |
|-------------------------|---|---|---------------------------------|--|---|---|
| Lesione parziale | Si | No | No | No | No | No |
| Lesione riparabile | Si | Si | No | No | No | No |
| Integrità leg STT | Si | Si | Si | No | No | No |
| Riducibilità | Si | Si | Si | Si | No | No |
| Cartilagine normale | Si | Si | Si | Si | Si | No |
| Trattamento consigliato | Fissazione percutanea con fili di K (+ capsulodesi) | Riparazione + fili di K (+ capsulodesi) | Ricostr leg SL (bone-lig.-bone) | Tenoplastica ricostruttiva sec Brunelli o Garcia E | Artrodesi intercarpiche Resez prima filiera | Resez prima filiera scafoidectomia e artrodesi 4 angoli |



Fig. 10-33. Quadro radiografico di caso clinico in cui all'artrosi capitato-semilunare è stata associata l'asportazione dello scafoide e del piramidale.

SL. Se questo è insufficiente o lesionato in maniera non completa (dissociazione SL dinamica), preferiamo la procedura a cielo aperto, riparazione del legamento e capsulodesi dorsale come proposto da Taleisnik^{119,161} (Fig. 10-21 A).

Se la lussazione è facilmente correggibile (dissociazione SL statica riducibile) e non vi è difetto cartilagineo, si possono ottenere ottimi risultati con la tecnica modificata di Brunelli (Fig. 10-24) come descritta da Van Den

Abbeele et al¹⁷⁸ (Fig. 10-25 A) e con le seguenti modifiche: (1) si crea un accesso attraverso la superficie dorsale del semilunare in maniera tale da porre a contatto l'innesto tendineo con l'osso spongioso, (2) viene usata una miniancora per fissare l'innesto alla superficie ossea del semilunare e (3) in maniera tale da dare la giusta tensione alla tenodesi, la porzione distale del legamento radio-piramidale è utilizzata come una puleggia attraverso la



Fig. 10-34. Quadro radiografico di carpectomia prossimale. Questa tecnica è considerata come metodica di salvataggio: si basa sulla creazione di una singola articolazione tra capitato e fossetta del semilunare del radio (A-B).

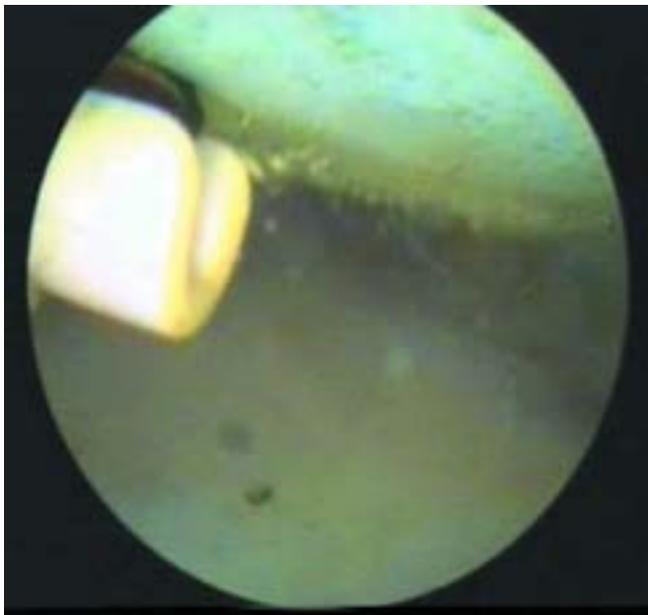


Fig. 10-35. Immagine di trattamento artroscopico delle lesioni parziali dello SL tramite shrinkage.

quale viene fatto passare il tendine che viene quindi suturato su sé stesso (Fig. 10-25 C).

Se il malallineamento è definitivamente irriducibile si possono avere buoni risultati fondendo l'articolazione RSL ed asportando il terzo distale dello scafoide (Fig. 10-28).

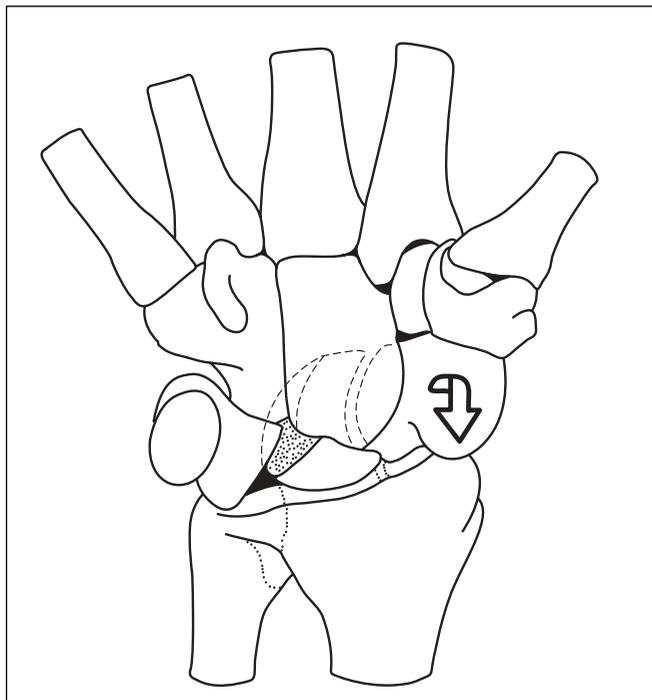


Fig. 10-36. Schema di instabilità luno-piramidale. Se il legamento LP è sezionato, il semilunare tende a flettersi seguendo lo scafoide a cui è legato tramite il legamento SL. Il quadro di instabilità che si crea è definito VISI.

Quando sia l'articolazione radiocarpica che mediocarpica sono interessate da processi artrosici importanti, preferiamo una scafoidectomia totale associata ad una artrodesi mediocarpica come descritto da Sauerbier et al¹⁹².

Dissociazione lunopiramidale

Una lesione sintomatica del legamento lunopiramidale (LP), sia traumatica che degenerativa, non è frequente. La letteratura su questo tipo di condizione è scarsa^{1,41}.

Il primo disegno di dissociazione LP fu graficamente rappresentato da Chaput e Vaillant¹⁹⁹ nel 1913. Per avere una maggiore attenzione si deve attendere la descrizione di Linscheid et al²⁴, Dobyns et al⁵⁸ e Taleisnik¹¹⁶. Da allora si sono aggiunte nuove informazioni che hanno aiutato a raggiungere migliori risultati^{1,15,102,200,202-204}.

PATOMECCANICA

In accordo con la teoria della "instabilità perilunare progressiva" di Mayfield et al^{33,38}, la lesione del legamento LP si verifica nello stadio III (Fig. 10-3 B), a seguito di una rottura prima dei legamenti SL (stadio I) e poi della dissociazione lunocapitata (stadio II). Se il problema dello SL si risolve spontaneamente o con un intervento chirurgico ed il problema legato al LP permane, possono predominare i sintomi di una instabilità carpale ulnare^{1,205}.

In altre circostanze può verificarsi una dissociazione isolata LP per un modello patomeccanico inverso⁴⁴ (Fig. 10-3 C). Sembra che una caduta sul polso iperesteso in deviazione radiale e pronazione mediocarpica sia in grado di tensionare i legamenti ulnocarpici tale da causare una dissociazione LP¹. In questa situazione le forze applicate dal radio sulla colonna centrale possono spiegare l'insufficienza delle fibre LP e quindi l'associazione con la lesione dei legamenti radiocarpali^{1,39}.

Un quadro di instabilità simile può anche verificarsi come conseguenza di una variante in ulna plus risultante in una degenerazione della porzione prossimale



Fig. 10-37. "Test del ballottamento". Il semilunare è stabilizzato con pollice ed indice mentre il piramidale ed il pisiforme sono dislocati dorsalmente e palmarmente. Il dolore rende significativo il test.



Fig. 10-38. “Shear Test”. Con una sola mano si stabilizza il semilunare e con il pollice si crea una spinta sul piramidale in senso dorsale, creando una forza di taglio che causerà dolore.

(fibrocartilaginea) della membrana interossea del legamento LP²⁰³.

In laboratorio sono stati fatti diversi tentativi per valutare le conseguenze di una rottura del LP^{15,25}. Quando sono sezionati sia i legamenti LP che RP dorsale in polsi sottoposti ad un carico assiale, il momento di flessione dello scafoide diventava incontenente inducendo una co-flessione dello scafoide e del semilunare con conseguente sublussazione anteriore del capitato (Fig. 10-36). Questa situazione porterebbe ad un quadro di instabilità in VISI¹¹⁵. Se invece sono sezionate solamente le componenti dorsale o volare del legamento LP, si evidenzia un’ aumentata mobilità dell’ articolazione LP (instabilità dinamica), ma non una completa destabilizzazione del carpo^{15,25}.

DIAGNOSI

La dissociazione LP può esprimersi con un ampio spettro di condizioni cliniche^{41,44,102,200,203}. Le lesioni sintomatiche manifestano sempre un punto dolente sulla sede dorsale dell’ articolazione³⁹.

Il dolore è di solito aggravato in deviazione ulnare e supinazione¹. La motilità del polso è diminuita solo raramente, eccetto in casi avanzati con collasso carpale statico. Una sensazione lamentata frequentemente dai pazienti è la debolezza od una sensazione di instabilità. Alcuni pazienti possono accusare parestesie ulnari.

Vari sono i test clinici. Un segno utile è la positività del “*test del ballottamento*” come descritto da Reagan et al³⁹. Il semilunare è stabilizzato in maniera decisa con il pollice e l’ indice di una mano, mentre il piramidale ed il pisiforme sono dislocati dorsalmente e palmarmente con l’ altra mano. Una positività del test esacerba dolore, crepitio ed eccesiva dislocazione dell’ articolazione (Fig. 10-37).

Una modifica a questo test è lo “*Shear test*” proposto da Kleinman e menzionato da Ambrose et al¹ (Fig. 10-38). Con una sola mano si stabilizza la sede dorsale del semilunare

sull’ articolazione LP con l’ indice e con il pollice della stessa mano di spinge dorsalmente il pisiforme creando una forza di taglio destabilizzante sull’ articolazione LP: questo causerà comparsa di dolore al polso del paziente.

Una variante di questo test è il cosiddetto “*Derby test*” descritto da Christodoulou et al¹. Consiste nel caricare dorsalmente il pisiforme, mentre il paziente muove il polso sul piano della fisiologica flessione-estensione (da estensione-deviazione radiale a flessione-deviazione ulnare). Questo provoca una riduzione della sublussazione dell’ articolazione LP con scomparsa della sensazione di dolore ed aumenta la forza di presa per il tempo che è mantenuta la pressione sul pisiforme. Questo test sembra essere molto sensibile¹.

Un ulteriore test è l’ “*Ulnar snuff box*” descritto da Ambrose et al¹. Consiste nell’ applicare una pressione laterale a livello del profilo mediale del piramidale, subito palmarmente rispetto all’ estensore ulnare del carpo, mentre il polso è deviato radialmente (Fig. 10-39). Se questa metodica riproduce i sintomi del paziente dovrebbe essere sospettata o una lesione LP o una sindrome da impingement. Quando è positivo, è minore la possibilità che sia presente una lesione della TFCC.

Ci sono molte altre cause possibili di dolore sulla sede ulnare del polso, molte delle quali reagiscono positivamente a questi test^{1,46,48,110,206-208,210}.

ESAME RADIOGRAFICO

Le proiezioni standard appaiono normali nella maggior parte dei pazienti con instabilità dinamiche recenti con lesioni parziali. Nelle instabilità dinamiche croniche, si può verificare un lieve restringimento dell’ articolazione LP con formazione di cisti subcondrale sul lato opposto. Questo quadro non deve essere confuso con elementi simili che si ripertano in pazienti con sinostosi incomplete^{110,206}.

Quando vi è una rottura completa od una attenuazione funzionale sia dei legamenti di supporto LP estrinseci ed



Fig. 10-39. “Ulnar snuff box”. Applicando una pressione sul lato ulnocarpico, palmarmente all’ ECU, si evocano i sintomi riferiti del paziente. Questo fa sospettare una lesione LP o una sindrome da impingement.

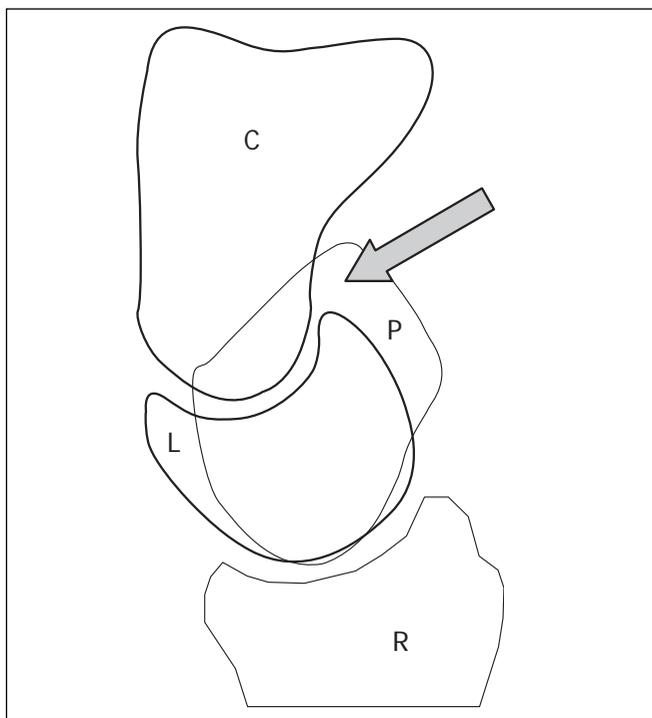


Fig. 10-40. Nella VISI il semilunare entra in conflitto con la parte distale e dorsale del capitato (*freccia*) per la sua eccessiva flessione.

intrinseci, che comportano un malallineamento in VISI, alcune variazioni radiografiche sono ovvie. La più caratteristica è la perdita del normale arco palmare della filiera prossimale (Gilula's line)^{1,53}. Questo si visualizza come uno scalino tra il semilunare ed il piramidale.

Se il carpo è collassato in una VISI statica, ci si può confondere con una sospetta dissociazione SL a causa di aumentata diastasi tra scafoide e semilunare e da un segno dell'anello positivo provocato dallo scafoide flesso^{10,50}.

È importante notare che in una VISI di tipo statico il semilunare ha un'apparenza triangolare (a forma di luna). Cioè il suo polo dorsale si impatta sulla parte distale del capitato (Fig. 10-40), ovviamente comportando una anomala flessione del complesso SL.

Nella proiezione laterale, è possibile trovare una diminuzione o inversione dell'angolo LP (normale circa $\pm 14^\circ$, secondo Reagan et al³⁹) (Fig. 10-41).

La TAC è utile se vi sono dubbi sulla presenza di una lesione cronica della LP secondaria o meno ad un conflitto ulnocarpale. Se la condizione è dovuta ad un conflitto cronico ulnocarpico, le scansioni mostrano frequentemente un'area di maggior assorbimento a livello del semilunare¹. L'artrografia può mostrare una comunicazione tra le articolazioni radio e mediocarpica^{1,39,88,210,211}.

La cineradiografia è sempre consigliata.

L'artroscopia è diventato un mezzo sempre più importante sia diagnostico che terapeutico^{1,102} (Fig. 10-42 A). Nelle lesioni di tipo II secondo Geissler, vi è un lieve aumento del gioco tra il piramidale ed il semilunare, con il primo che si posiziona più distalmente rispetto al secondo.

TRATTAMENTO DELLE DIVERSE FORME DI DISSOCIAZIONE LP

La maggior parte dei tentativi precedenti di classificare la dissociazione LP^{39,44,102,153} si rivela o troppo complessa o troppo semplicistica o di scarso utilizzo clinico. Si è cercato di modificare la classificazione di Seidman e Osterman¹⁰², che riconosce sei tipi di lesione LP.

Dissociazione LP, tipo 1 (acuta, dinamica): questo gruppo è composto dalle lesioni acute, isolate, complete o parziali dei legamenti LP, senza evidenza radiografica di malallineamento.

Nel passato, la maggior parte degli autori erano d'accordo sul fatto che le lesioni LP acute, causa di instabilità dinamica, dovessero essere trattate conservativamente^{39,202,203,212,213}. Oggigiorno il trattamento conservativo è raccomandato eccezionalmente ed in quei casi deve essere bloccato anche il gomito.

L'artroscopia permette una migliore e più precoce identificazione di queste lesioni⁵⁴. Gli scarsi risultati ottenuti con il trattamento conservativo hanno indotto molti autori a raccomandare la fissazione percutanea con fili di K come trattamento di scelta in caso di instabilità LP dinamica precoce^{102,212}.

La tecnica artroscopica di riduzione e il pinning delle lesioni acute dei legamenti LP è simile a quella per le lesioni dello SL (Fig. 10-42 B).

Il pinning artroscopico delle lesioni acute del legamento LP può essere eseguito nei gradi II, III e IV di Geissler. Il modo più semplice è quello di liberare il polso dalla torre di trazione ed inserire i fili di K nel piramidale sotto controllo scopico. È importante proteggere i rami nervosi dorsali del nervo ulnare. Una volta che i fili di K sono nel piramidale il polso viene nuovamente posizionato in trazione. Con l'artroscopio nell'articolazione mediocarpica, si controlla la rotazione dell'articolazione

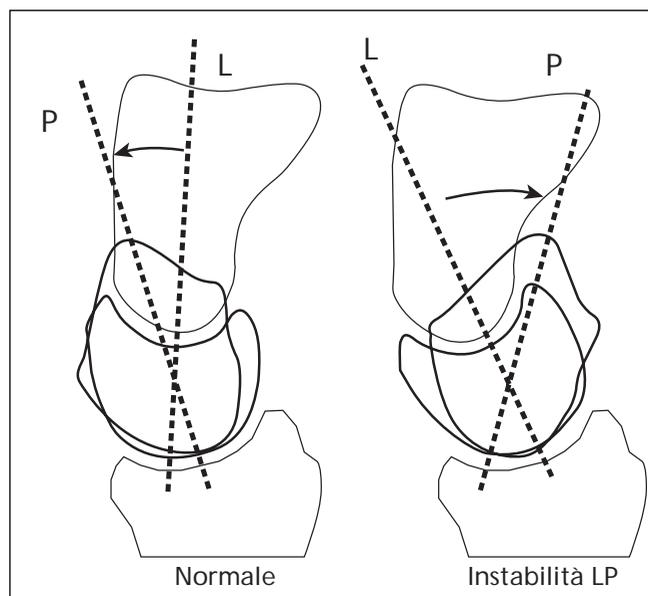


Fig. 10-41. Nei quadri di instabilità LP, l'angolo tra semilunare e piramidale può variare rispetto ai suoi valori normali di $\pm 14^\circ$.

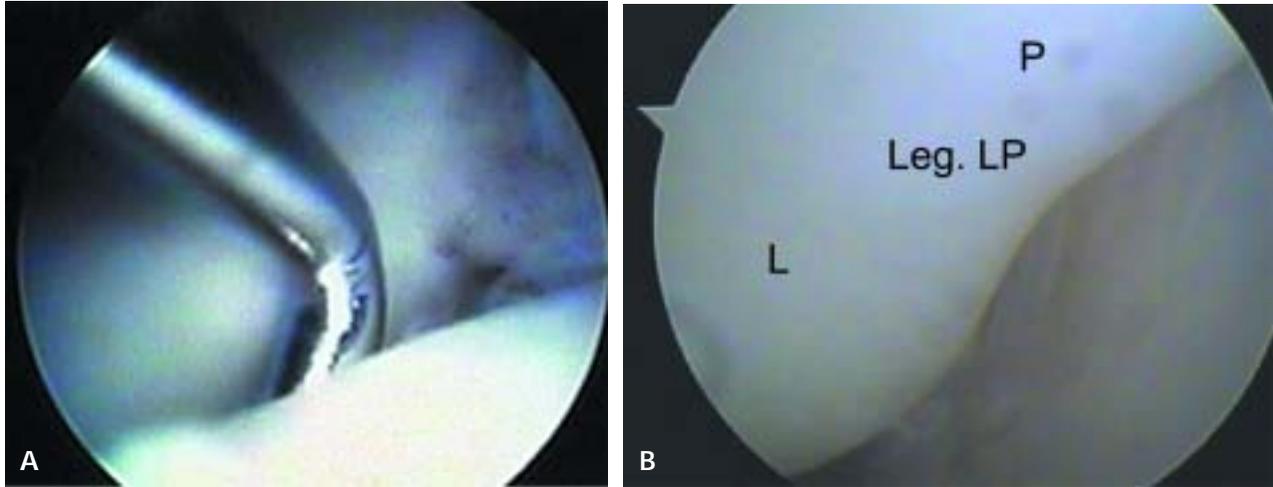


Fig. 10-42. A, Aspetto artroscopico di instabilità LP valutato dalla mediocarpica. B, Aspetto artroscopico di legamento LP integro visto dalla ulnocarpica. Per le lesioni acute del legamento LP si può utilizzare il trattamento di riduzione e fissazione con fili di K assistito dall'artroscofia.

LP usando un filo di K come joystick, mentre gli altri fili sono inseriti nel semilunare. Si utilizzano tre o quattro fili di K. La posizione dei fili è controllata con la scopia nelle posizioni anteroposteriore e laterale. Il trattamento postoperatorio è simile a quello usato dopo il pinning artroscopico per l'instabilità del legamento SL.

Dissociazione LP, tipo 2 (cronica, dinamica): Una rottura legamentosa è considerata cronica quando, sottostimata o misconosciuta, porta a degenerazione dei monconi del legamento omonimo. In queste circostanze è necessario un approccio più aggressivo per ristabilire l'armonia del movimento tra il piramidale ed il semilunare. Sono state proposte diverse strategie, dal debridement artroscopico, allo shrinkage elettrotermico, alla ricostruzione usando un lembo dell'EUC²¹⁴, od ancora un'artrodesi intercarpale LP²¹⁵.

La tecnica del debridement artroscopico è relativamente semplice. L'artroscofia è posizionata nel portale 3-4 e un motorizzato viene inserito attraverso il portale 6-R. Di solito il legamento LP non è ben visualizzabile quando è sano, mentre lo diventa quando è lesionato^{157,216,217}. La ricostruzione tendinea è un'altra possibilità^{39,214}. Questa tecnica consiste nel ricostruire il rapporto LP con uno lembo tendineo di EUC, lasciato inserito distalmente e fatto passare attraverso dei fori nel semilunare e nel piramidale (Fig. 10-43 A,B). Proponiamo la visione del caso clinico prestato gentilmente da Garcia (Fig. 10-43 C-G).

Artrodesizzare l'articolazione LP instabile è un'ulteriore opzione^{202,203,211,212,215} (Fig. 10-44 A e B, C-G). Risultati simili sono stati pubblicati da Kirschenbaum et al^{185,212,213,218,219}. L'artrodesi LP rimane controversa^{1,218}.

L'unica serie nella quale venivano paragonate la ricostruzione legamentosa rispetto all'artrodesi è stata riportata da Shin et al^{39,214}; la ricostruzione con tendine ha mostrato una incidenza minore di complicanze rispetto all'artrodesi²¹⁴.

Dissociazione LP, tipo 3 (statica): Questo gruppo raccoglie i casi con una lesione completa dei legamenti in-

trinseci LP e con una attenuazione dei legamenti estrinseci secondari (legamenti radiocarpici dorsali e palmari). Come risultato si ha che il carpo collassa in una situazione di malallineamento in VISI. Essendo la patologia di base di origine sia intrinseca che estrinseca non c'è da stupirsi se con l'artrodesi non si raggiunge un appropriato controllo del malallineamento. Perciò in questa condizione l'artrodesi isolata dell'articolazione LP è destinata a fallire e vi è la necessità di artrodesi intercarpale più estesa^{102,220}.

Dissociazione LP + SL, tipo 4 (instabilità perilunata acuta): Per definizione, le instabilità perilunate, stadio III e IV, coinvolgono associazione di lesioni attorno al semilunare comprendendo la rottura completa dei legamenti SL e LP. La prognosi della lesione, se non risolta, è peggiore di quella di una lesione isolata LP e necessita quindi di un approccio più aggressivo. Per la loro peculiare instabilità queste condizioni necessitano di un intervento chirurgico, nella maggior parte dei casi con un approccio doppio palmare/dorsale^{25,221} e fissazione percutanea con fili di K.

Dissociazione LP + SL, tipo 5 (instabilità perilunata cronica): La maggior parte delle lesioni perilunate, quando non correttamente trattate, evolvono in collasso carpale sia in VISI che in DISI con riduzione della motilità del polso, della forza di presa ed eventuale degenerazione cartilaginea e conseguente dolore e sinovite del polso. Quando la filiera prossimale presenta una dissociazione combinata SL e LP, la maggior parte degli autori suggerisce la carpectomia prossimale^{1,196-198}. In alternativa, l'asportazione sia dello scafoide che del piramidale con una artrodesi luno-capitata (Fig. 10-33 A) può dare buoni risultati¹⁹⁴.

Dissociazione LP, tipo 6 (Abutment ulnocarpico degenerativo): La presenza di una varianza ulnare positiva è spesso associata ad un aumento della pressione ulnocarpica che può, con il tempo e l'uso ripetuto della mano, provocare un difetto degenerativo a livello della porzione prossimale della membrana interossea LP, destabilizzando a vol-

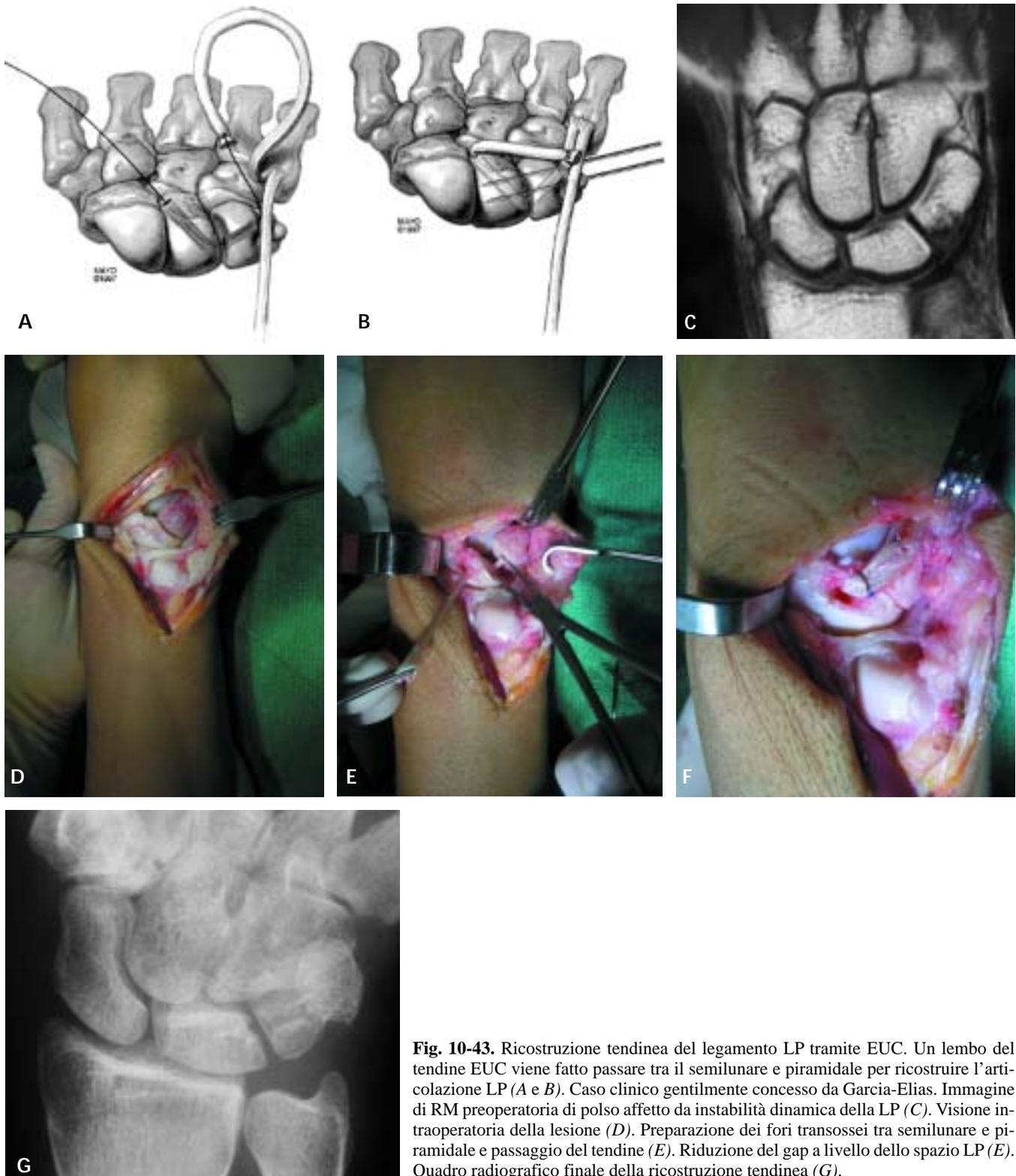


Fig. 10-43. Ricostruzione tendinea del legamento LP tramite EUC. Un lembo del tendine EUC viene fatto passare tra il semilunare e piramidale per ricostruire l'articolazione LP (A e B). Caso clinico gentilmente concesso da Garcia-Elias. Immagine di RM preoperatoria di polso affetto da instabilità dinamica della LP (C). Visione intraoperatoria della lesione (D). Preparazione dei fori transossei tra semilunare e piramidale e passaggio del tendine (E). Riduzione del gap a livello dello spazio LP (E). Quadro radiografico finale della ricostruzione tendinea (G).

te l'articolazione. La maggior parte degli insuccessi delle artrodesi LP sembrano essere in relazione ad un impatto ulno-carpico misconosciuto⁶². Nel 1989, Palmer ha proposto un sistema classificativo per le lesioni della TFCC dividendole in due categorie: traumatica (Classe 1) e degenerativa (Classe 2). La perforazione del legamento interosseo LP si

verifica nelle lesioni di tipo degenerativo II-D e II-E. Il trattamento delle lesioni sintomatiche in classe II-D e II-E consiste in un debridement artroscopico ed in un accorciamento ulnare, se il paziente ha un polso con un'ulna plus con impatto carpale¹. Il "caput ulnae" può essere accorciato artroscopicamente o con una osteotomia a cielo aperto.

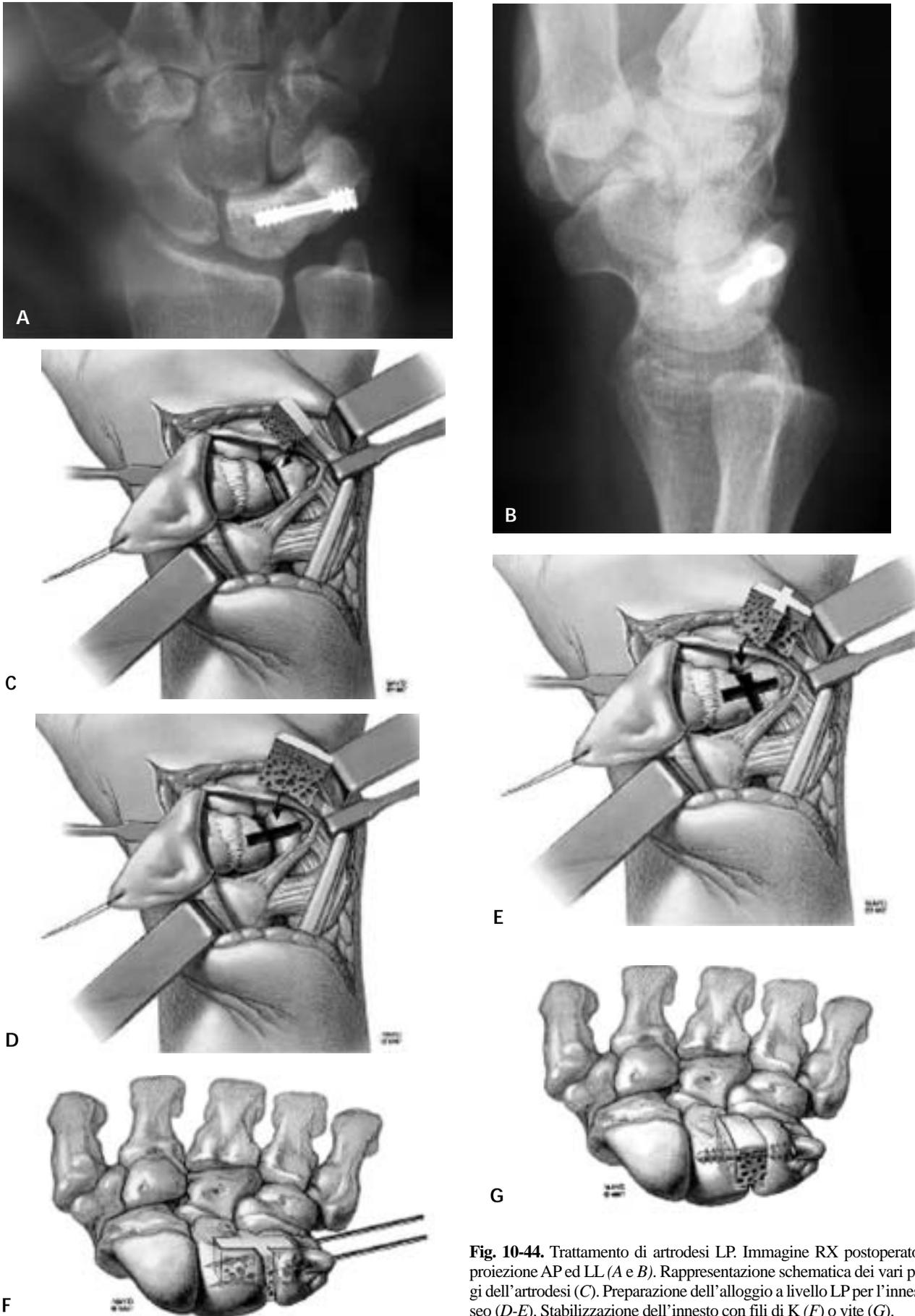


Fig. 10-44. Trattamento di artrodesi LP. Immagine RX postoperatoria in proiezione AP ed LL (A e B). Rappresentazione schematica dei vari passaggi dell'artrodesi (C). Preparazione dell'alloggio a livello LP per l'innesto osseo (D-E). Stabilizzazione dell'innesto con fili di K (F) o vite (G).

Quando si effettua la resezione tipo Wafer, un'opzione può essere l'utilizzo dello shrinkage elettrotermico in maniera tale da aumentare la tensione dei legamenti ulno-carpici e diminuire la possibilità che si verifichi in un secondo tempo un'instabilità dei legamenti LP. Nei casi in cui vi sia una VISI statica più instabile, l'accorciamento ulnare è controindicato perché tensionerebbe i legamenti ulno-carpici palmari causando un malallineamento del semilunare.

METODO PREFERITO DALL'AUTORE: DISSOCIAZIONE LP

Meglio non trattare conservativamente le lesioni acute del complesso legamentoso LP (*tipo 1*). Inoltre, assicurando una completa immobilizzazione dell'articolazione tramite i fili, il polso può essere mobilizzato più precocemente (4 settimane), cosa che permette un più rapido recupero della motilità. Si raccomanda fortemente anche la riparazione della rottura dei legamenti LP palmari nelle lussazioni perilunate acute (*tipo 4*). Si riesce raramente a riparare le componenti dorsali a causa delle piccole dimensioni e del ridotto spessore di questo legamento, da qui la necessità di un utilizzo prolungato dei fili di K. Esiste poca esperienza con la ricostruzione tendinea come suggerita da Shin and Bishop²¹⁴. Comunque l'artrosi LP con osso spongioso prelevato dal radio con fissazione percutanea come descritto da Guidera et al⁴¹⁸ fornisce ottimi risultati. È importante enfatizzare che nella sindrome da impatto ulno-carpico, nessuna artrosi avrà successo se non accompagnata da una procedura di Wafer, o da un accorciamento dell'ulna^{203,210}.

L'artrosi localizzata non è raccomandata quando vi sia un malallineamento in VISI (*tipo 3*) od una dissociazione bipolare cronica sia del SL che del LP (*tipo 5*). Nel primo caso tendiamo ad artrosizzare sia l'articolazione radiolunata che quella LP, mentre nel secondo preferiamo una carpectomia prossimale.

Instabilità carpale secondaria a disordini dello scafoide

Lo scafoide è stato per lungo tempo riconosciuto l'elemento chiave per mantenere un'adeguata relazione tra la filiera prossimale e distale¹. Quando il polso è caricato assialmente, lo scafoide previene quello che Fisk¹ ha chiamato la deformità del polso, ovvero il collasso carpale. Se lo scafoide si frattura in due o tre frammenti instabili, la porzione distale ha la tendenza a seguire il movimento della filiera distale e il frammento prossimale si muove insieme alla filiera prossimale (Fig. 10-45). In queste circostanze, controllare il movimento delle ossa carpalie non è possibile, determinando un comportamento discinematico dell'articolazione mediocarpica^{1,222}. Inoltre, quando lo scafoide è fratturato, questo non può trasferire il carico normalmente, comportandosi come un meccanismo cinetico imperfetto¹⁰⁸. Sotto carico, la sua parte prossimale tende a seguire il semilunare e il piramidale ruotando in estensione, mentre il frammento distale è forzato in flessione dalle forze assiali esercitate dal trapezio e dal trapezoide^{1,9,222}. Alternativamente, se la frattura è obliqua ed inclinata dorsalmente, la porzione distale si può dislocare lungo la superficie di frattura accorciando lo scafoide e determinando un impingement radio-scafoideo²²³.

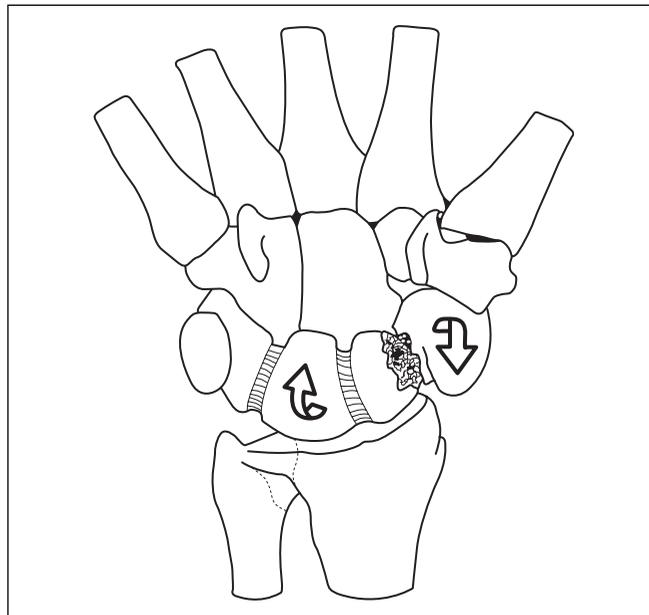


Fig. 10-45. Meccanismo di instabilità carpale secondaria a frattura dello scafoide. Il polo distale si flette e la filiera prossimale si sposta in estensione.

Se non propriamente ridotta e stabilizzata, la frattura dello scafoide tende ad andare in pseudoartrosi¹. Le pseudoartrosi stabili raramente determinano conseguenze sul meccanismo globale del movimento. Comunque, se la pseudoartrosi è instabile e vi è movimento a livello della pseudoartrosi, lo scafoide va incontro ad un severo deterioramento della sua corticale palmare, con la conseguente perdita di qualità dell'osso (bone stock)^{1,223,224}. In questi casi, spesso compare la deformità cosiddetta "humpback deformity": i due frammenti dello scafoide sono malruotati ed angolati in flessione ed in deviazione ulnare (convessità dorsale-laterale). L'instabilità carpale risultante può essere categorizzata come una CID prossimale, a causa della distruzione che avviene a livello della filiera prossimale e alla tipica progressione in DISI del malallineamento carpale. In presenza di una frattura di scafoide, perciò, l'inclinazione dorsale del semilunare (DISI) deve essere vista come un segno indiretto di una frattura acuta di scafoide dislocata¹.

Se lo scafoide guarisce in posizione di flessione palmare, l'orientamento e la congruenza delle sue faccette articolari saranno inadeguate ad adempiere a questo importante ruolo stabilizzante²²⁵. Le pseudoartrosi di scafoide possono essere anche sorgente di instabilità e dolore, diminuzione della forza di presa e riduzione del movimento specialmente dell'estensione^{1,225-229}.

TRATTAMENTO

La chirurgia dell'instabilità di scafoide è impegnativa¹. Il chirurgo deve essere conscio della necessità di ottenere la consolidazione della frattura e, più importante ancora, deve ristabilire la normale lunghezza e forma dello scafoide¹.

Per la tecnica di trattamento si rimanda al Capitolo 17 (Borelli).

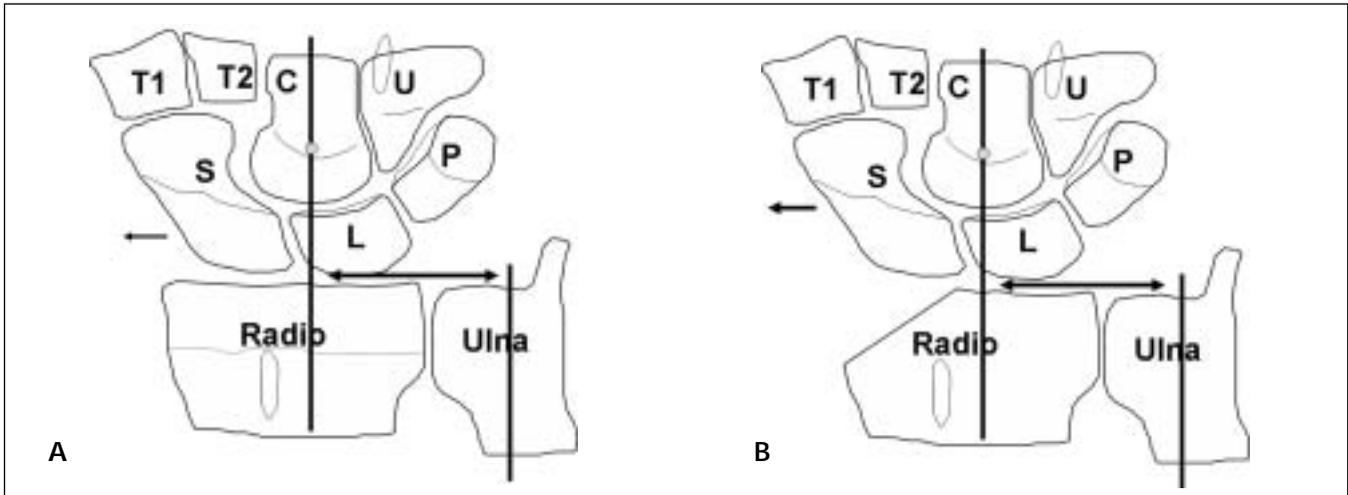


Fig. 10-46. Traslocazione ulnare. Nel I tipo viene traslocato l'intero carpo, si ha un aumento dello spazio tra scafoide e stiloide radiale. Nel tipo II aumenta lo spazio tra SL ed il complesso LP viene traslato.

Instabilità carpale nel morbo di Kienböck

Sebbene la malattia di Kienböck sia descritta ampiamente in un altro capitolo, è appropriato includere qui un breve commento circa gli aspetti particolari dell'instabilità carpale che compare quando il semilunare si collassa. Uno dei fattori prognostici della malattia di Kienböck, secondo la classificazione di Stahl-Lichtman⁴⁰, è l'assenza (Stadio IIIa) o la presenza (Stadio IIIb) della sublussazione rotatoria dello scafoide. Nello stadio IIIa il carpo rimane relativamente stabile, mentre nello Stadio IIIb collassa. La frammentazione del semilunare, invece, determina non solo la perdita della forza meccanica della colonna centrale, ma anche una lesione dei collegamenti cinematici della filiera prossimale causata dalla rottura sia del legamento SL ed LP. In questi casi, lo scafoide tende a seguire la sua naturale tendenza e progressivamente collassa in flessione, mentre il piramidale si sposta prossimalmente. Concettualmente, l'instabilità può essere considerata come una CID, ed a seconda di quale parte del semilunare è più coinvolta (palmare o dorsale), il malallineamento carpale può mostrarsi in VISI, DISI, o nessuno di questi se si ha una frammentazione globale con migrazione prossimale del capitato.

Negli ultimi anni, per trattare il morbo di Kienböck, sono state progettate una serie di artrodesi intercarpali parziali. Molte di queste, specialmente quelle che eliminano il movimento tra lo scafoide e la filiera carpale distale (STT e SC), sono risultate estremamente efficaci come procedura per decomprimere il semilunare¹.

Uno dei metodi preferiti nel trattamento del morbo di Kienböck, stadio IIIb, consiste in (1) una osteotomia a cuneo laterale del radio di 5°-10°, con o senza accorciamento del radio, a seconda della varianza ulnare; (2) rimozione di ogni frammento instabile del semilunare; e (3) artrodesi SC. L'obiettivo principale della fusione è la stabilizzazione dello scafoide al fine di permettere una funzionalità migliore del polso.

Instabilità carpale non dissociativa (CIND)

L'instabilità carpale è considerata non dissociativa quando si manifesta tra il radio e la filiera prossimale e/o fra la filiera prossimale e quella distale, ma il rapporto funzionale tra le ossa della filiera prossimale e distale è mantenuto normale^{62,115}. A seconda di quale articolazione è affetta, i problemi di CIND possono essere ulteriormente suddivisi in radiocarpali e mediocarpali.

CIND RADIOCARPALE

Inclusi in questo gruppo ci sono pazienti con una insufficienza o una rottura dei legamenti radiocarpali obliqui, dove il carpo si è dislocato lungo l'inclinazione del radio e quindi sembra traslato ulnarmente²⁶. Ricerche di laboratorio¹ hanno analizzato l'importanza di specifici legamenti nel prevenire questo tipo di problema. Questa condizione è più comunemente riscontrata nell'artrite reumatoide¹, nel Madelung¹, dopo eccessiva resezione della testa ulnare²⁴, dopo una lussazione radiocarpale¹ e lussazioni traumatiche¹.

Traslocazione ulnare

La prima traslocazione traumatica ulnare del carpo dovuta alla completa rottura dei legamenti fu descritta da Dobyns et al, nel 1975⁵⁸. Nelle lesioni parziali, il carpo può traslare palmarmente piuttosto che ulnarmente (sublussazione e supinazione radiocarpale), come descritto da Bellinghausen et al²³³.

Taleisnik¹¹⁶ ha sottolineato che esistono due tipi differenti: nel *tipo I* è dislocato l'intero carpo compreso lo scafoide e la distanza tra la stiloide radiale e lo scafoide è aumentata (Fig. 10-46 A,B). Nel *tipo II* la relazione tra la filiera distale, lo scafoide ed il radio rimane normale, lo spazio SL è aumentato ed il complesso LP è traslato ulnarmente. Concettualmente il *tipo I* è una vera instabilità CIND, mentre il *tipo II* ha le caratteristiche sia di una instabilità CIND (traslocazione ulnare del semilunare e del

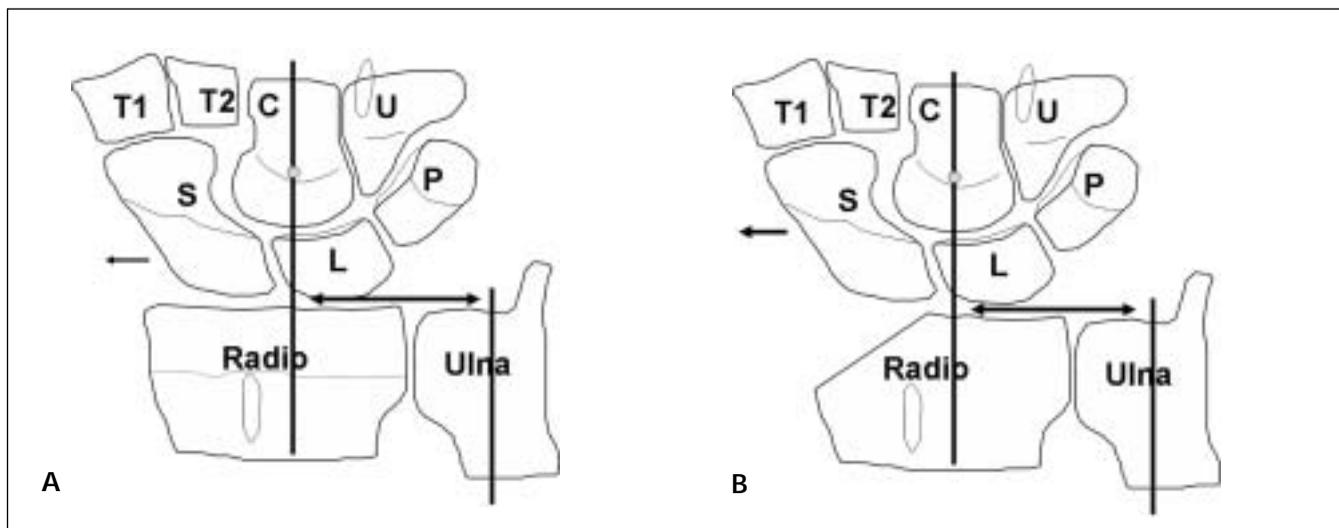


Fig. 10-47. Traslocazione radiale. Rappresentazione schematica della traslocazione radiale in seguito a frattura del radio, lesione dei legamenti radiocarpici (A) o dopo una stiloidectomia eccessiva (B).

piramidale) che di una CID (dissociazione SL) e questo, secondo la classificazione della Mayo¹¹⁵, la fa inquadrare in un modello di instabilità CIC. Le lesioni di *tipo I* risultano da un'insufficienza di tutti i legamenti carpali, inclusi lo RS e il RC, mentre nelle lesioni di *tipo II* non sono lesionati né il legamento RS né quello RC, ma vi è una lesione totale SL. Quando si riscontra un aumento dello spazio SL¹, è importante tenere in mente la possibilità di una traslazione ulnare del complesso LP (lesioni di tipo II) ed evitare una diagnosi sbagliata. Pertanto se una traslazione ulnare di *tipo II* viene trattata solo stabilizzando la dissociazione SL apparente, la sottostante instabilità carpale rimane non risolta. Sono stati riportati diversi metodi per valutare una traslazione ulnare⁷⁴. I due indici che utilizzano il centro della testa del capitato come centro carpale^{1,69} non dovrebbero essere usati nelle lesioni di *tipo II*, dal momento che in questi casi è dislocato in maniera significativa solo il complesso LP. Al contrario, usando il semilunare come punto di riferimento^{1,71}, se il polso è modestamente deviato radialmente od ulnarmente, la misurazione non può essere ritenuta affidabile^{26,72,234,235}.

Traslocazione radiale

La cosiddetta instabilità da traslocazione radiale si verifica solitamente nelle errate consolidazioni delle fratture del polso, nelle quali la superficie distale è guarita leggermente inclinata radialmente (Fig. 10-47 A, B). Se in queste circostanze sia il legamento radio-lunato che ulno-carpale sono più lassi, rotti od avulsi, il carpo sotto carico può sublussarsi in direzione radiale, riducendo la forza di presa e la sensazione di mancato contenimento del polso quando il paziente tenta di sollevare un peso¹²⁰. Questa situazione si può anche verificare dopo un'eccessiva stiloidectomia radiale²³⁶. Più frequentemente il supporto legamentoso del lato ulnare può generare una instabilità da traslazione radiale dinamica anche se il radio è normalmente inclinato. In que-

sti casi la sublussazione laterale radiocarpica è visibile solo se il polso viene ad essere stressato in direzione radiale¹²⁰.

Dislocazione radiocarpica pura

Ci sono due tipi di dislocazione radiocarpica¹. Il tipo 1 include i pazienti con una dislocazione radiocarpica pura, senza associazione con fratture del radio. Il tipo 2 comprende una dislocazione radiocarpica con frattura da avulsione del processo stiloideo che contiene l'origine del legamento RS palmare e RC. Il primo caso è estremamente raro con solo 20 casi riportati in letteratura^{1,27,237-239}. Le dislocazioni radiocarpiche di tipo 2 con associata una lesione della stiloide radiale sono quelle più frequentemente riportate in letteratura^{1,237}. Questa condizione rappresenta un modello lesionale completamente diverso rispetto al tipo 1, con una migliore prognosi data dal fatto che la stiloide radiale, che contiene le inserzioni legamentose, può essere correttamente ridotta e riparata mediante sintesi.

CIND mediocarpale

Il termine di instabilità mediocarpica è usato comunemente per indicare un gruppo di patologie nelle quali non vi è dissociazione tra le ossa della filiera prossimale ma una disfunzione a livello sia dell'articolazione radiocarpica che mediocarpica, con particolare interessamento di quest'ultima^{1,62,240-242}.

PATOMECCANICA

Se non ci fossero i legamenti mediocarpali la filiera prossimale sottoposta a carico assiale, ruoterebbe in flessione e pronazione. Stabilizzatori mediocarpali particolarmente importanti sono i legamenti palmari PUC, il legamento dorsolaterale STT ed i legamenti SC^{1,243}. I fasci prossimali del legamento PUC, a causa della loro posizione eccentrica rispetto all'asse, tensionano il piramidale in estensione quando il polso devia ulnarmente. Similmente il legamento

SC dovrebbe contribuire a trazionare lo scafoide in estensione quando il capitato ruota ulnarmente (Fig. 10-48).

Naturalmente non bisogna dimenticare l'importanza dell'articolazione piramido-uncinata nell'induzione di questa rotazione¹⁴⁵. Ogni lesione che risulta da un aumento della lassità dei legamenti PUC e SC ha probabilmente due conseguenze: (1) la perdita della capacità di trasferire in maniera adeguata i carichi senza degenerare in una VISI e (2) la rotazione della filiera prossimale, dalla flessione all'estensione non può essere armonica, ma a scatto e talvolta dolorosa ad un certo grado di deviazione ulnare^{1,9,44,243-245}.

CLASSIFICAZIONE

Nel 1993, Lichtman et al²³ hanno identificato 4 gruppi differenti di pazienti con instabilità mediocarpale (IMC) (Fig. 10-49):

1. IMC palmare
2. IMC dorsale
3. IMC dorsale e palmare
4. IMC estrinseca.

DIAGNOSI

I pazienti si presentano con un clunk doloroso, specialmente in deviazione ulnare e pronazione del polso^{1,41,240,243,246}. A parte le IMC estrinseche, raramente vi è un evento traumatico specifico che possa spiegare una rottura legamentosa. Al contrario, la maggior parte dei pazienti che hanno una lassità congenita^{1,247} soffrono di un tipo di stress ripetitivo^{1,248}, fanno uso cronico di corticosteroidi¹ od hanno avuto leggeri traumi che hanno dato il via al dolore del polso^{240,247}. Di solito vi è una chiara traslazione dell'articolazione mediocarpica nella direzione palmare^{1,41,62,243}.

Una diagnosi differenziale tra le lesioni LP e la IMC palmare si esegue usando il test del ballottamento della LP³⁹ e con le manovre di slittamento⁴³. Entrambi i test sono negativi nella IMC palmare, ma inducono un dolore acuto ed un aumento della motilità nelle dissociazioni LP.

Una manovra utile per quantificare la lassità dell'articolazione RC è il cosiddetto "shift test mediocarpale"^{240,243}. Consiste nel riprodurre il clunk doloroso trasladando passivamente il polso palmarmente ed in deviazione ulnare. Basandosi su quanta resistenza sia necessaria per mantenere il polso sublussato palmarmente in deviazione ulnare, i polsi sono classificati in 5 gradi. La IMC più severa è quella nella quale la sublussazione è così facilmente ottenibile che può riprodursi spontaneamente senza l'aiuto dell'esaminatore²⁴⁰.

Tranne che nei pazienti con una IMC dorsale, le radiografie dimostrano una tipica deformità in VISI, soprattutto se paragonate al controlaterale. Nella proiezione AP, lo scafoide è accorciato e mostra il tipico segno dell'anello, mentre il semilunare ha la forma tipica a luna. Si apprezza anche un relativo aumento dello spazio SL, sebbene questa situazione non debba essere interpretata come un segno di lesione. Inoltre, il legamento SL palmare, quello che sopporta la maggior parte dei carichi quando l'articolazione è

in flessione, è più lungo del rispettivo controlaterale, permettendo una più ampia apertura dell'articolazione. Poiché non viene alterata la normale relazione tra le ossa della filiera prossimale, sia le linee di Gilula⁵¹, che gli angoli SL e LP dovrebbero essere normali. Al contrario, nella IMC palmare gli angoli RL e LC sono alterati. Le proiezioni sotto stress sono molto utili nel dimostrare il tipo di IMC, particolarmente il test di dislocazione dorso-palmare del capitato^{1,246,247}. Il malallineamento, comunque, è raramente importante come nel caso di dissociazione statica LP. L'artrografia dovrebbe essere sempre negativa^{23,62}.

La cineradiografia è il mezzo più utile per la diagnosi di questi problemi^{84,86,211}. Nei polsi normali può essere riconosciuto un movimento sincrono della filiera prossimale, dalla flessione all'estensione, quando il polso devia ulnarmente. Nella IMC, la filiera prossimale rimane flessa durante tutto il movimento articolare, eccetto quando il polso raggiunge una certa deviazione ulnare, nella quale all'improvviso scatta in posizione estesa, spesso con un click facilmente auscultabile. Può essere presente una lassità controlaterale del polso, ma questa non è associata a dolore. In flesso-estensione lo studio tende ad essere normale.

Il ruolo dell'artroscopia nella diagnosi della instabilità mediocarpale è minimo. Sotto trazione la capsula palmare elongata permette una più ampia separazione dell'articolazione, con legamenti palmari apparente-

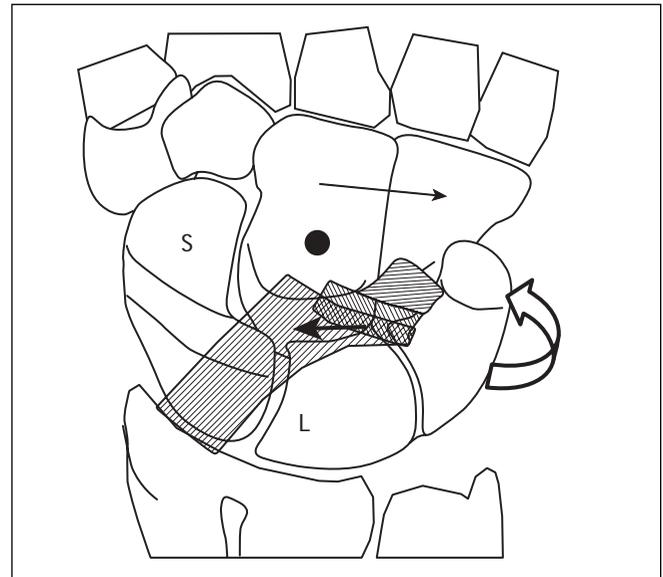


Fig. 10-48. Rappresentazione schematica del meccanismo di azione dei legamenti PU durante l'ulnarizzazione del polso. Come dimostrato da Youm¹, il centro di rotazione del polso durante l'inclinazione radioulnare giace al centro della testa del capitato. Se il polso devia ulnarmente (freccia nera grande) i legamenti inseriti prossimalmente entrano in tensione (freccia nera piccola). I legamenti determinano la progressiva estensione del piramidale rispetto al radio (freccia bianca). Se si ha una lesione di questi legamenti, non si ha l'estensione della filiera prossimale fino a che le superfici articolari del piramidale e dell'uncinato non entrano forzatamente in contatto, causando una brusca estensione del piramidale.

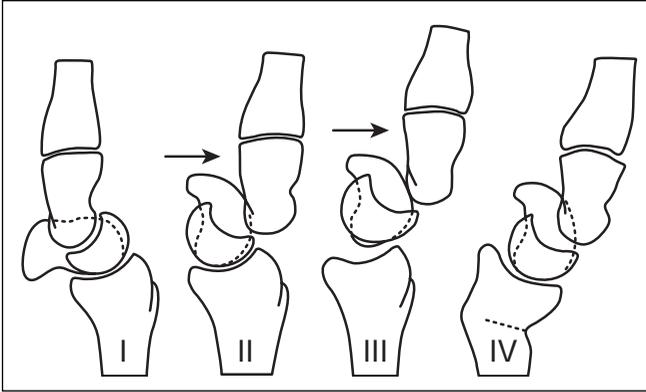


Fig. 10-49. Classificazione di Lichtman et al²³ per l'instabilità mediocarpale. Sono descritti 4 stadi. Stadio I: (IMC palmare) l'intera filiera prossimale appare flessa nella proiezione laterale. Stadio II: (IMC dorsale) allineamento normale nelle proiezioni standard, ma se viene applicata una forza dorsale si evidenzia una sublussazione dorsale della mediocarpica. Stadio III: (IMC dorsale e palmare) sia l'articolazione radiocarpica che mediocarpica sono sublussate in direzione palmare e dorsale. Stadio IV: (IMC estrinseca) la disfunzione della mediocarpica è una conseguenza di un problema extracarpale, come una viziosa consolidazione del radio.

mente normali. Nei casi di lunga durata, una sublussazione ripetuta può causare delle alterazioni sul versante palmare del semilunare o sul polo prossimale dell'uncinato (condropatia).

TRATTAMENTO

Questi pazienti dovrebbero essere sempre trattati con un primo periodo di terapia conservativa^{1,62,249}.

È importante ristabilire il controllo propriocettivo della filiera prossimale. Nelle IMC di lieve entità, la contrazione isometrica di questi muscoli genera forze dirette dor-

salmente sul piramidale, attraverso il pisiforme, che possono diminuire il clunking ed aiutare la risoluzione dei sintomi. Se questo non succede si possono avere tre opzioni principali: procedure extra-articolari⁶², ricostruzione dei tessuti molli tramite un accesso sia dorsale che volare^{23,37,62,246} e artrodesi parziale^{1,23,41,185}.

In alcuni pazienti con un'ulna minus è stata usata una procedura di livellamento del radio (accorciamento radiale, allungamento ulnare)⁶². Il razionale di questo intervento è quello di dare supporto al lato ulnare del polso, spingendo gentilmente il TFCC contro il piramidale e il lato ulnare del semilunare. Questo sembra impedire il movimento a scatto della filiera prossimale. Le opzioni di ricostruzione legamentosa sono state valutate da diversi autori²⁴⁶ ottenendo risultati buoni od eccellenti (Fig. 10-50), con piccola perdita del movimento specialmente in estensione⁶².

Instabilità carpale adattativa (CIA)

Il malallineamento carpale secondario a fratture del radio è stato riconosciuto per primo da Dobyns et al⁵⁸ nel 1975. Il concetto di instabilità adattativa fu introdotto invece nel 1982 da Allieu et al^{16,17}. Il concetto originale enunciava che nei vizi di consolidazione del radio, l'architettura intrinseca carpale non doveva necessariamente essere alterata dal processo di deformità. Quindi, correggendo la sottostante patologia, l'alterato allineamento carpale si prendeva cura di sé e non richiedeva ulteriore trattamento¹¹⁵. Nel 1984, Taleisnik e Watson¹²³ hanno confermato questa idea. Hanno usato il termine di "instabilità mediocarpale estrinseca" per differenziare questi casi da quelli in cui la patologia era dovuta a problematiche legate al carpo. Nelle errate consolidazioni dorsali, il semilunare assume un atteggiamento in DISI rispetto al capitato, l'as-

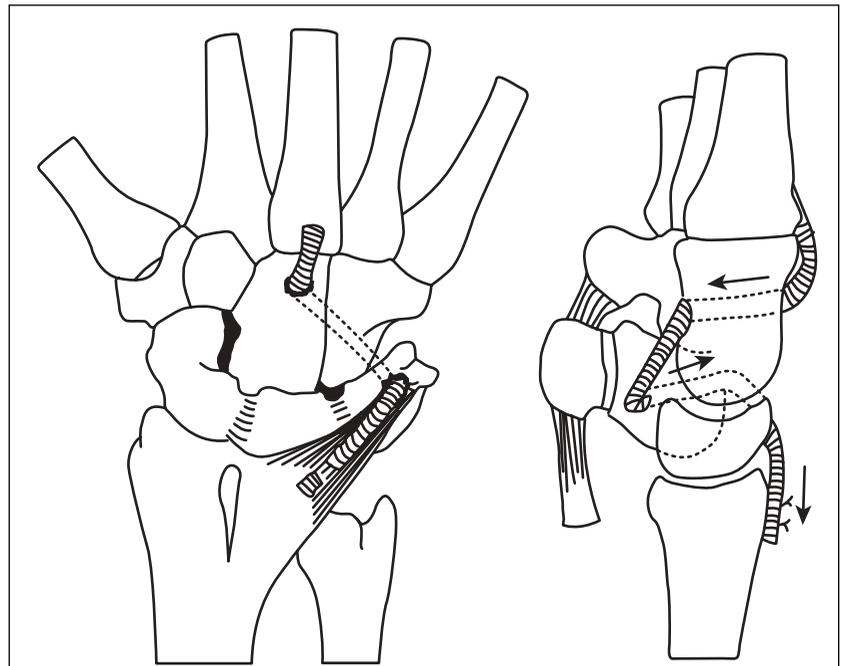


Fig. 10-50. Trattamento di tenodesi per rinforzare i legamenti nell'instabilità di Tipo I palmare. Un lembo dell'ECRB viene fatto passare attraverso il capitato ed il piramidale per ricreare sia la componente ulnare del legamento arcuato (fascio piramidale-capitato) sia il legamento radiopiramidale dorsale.

se del quale diventa dorsale rispetto a quello del radio. Questi pazienti si presentano con dolore progressivo, dolorabilità digito-pressoria a livello dell'articolazione mediocarpica ed occasionalmente uno snapping ben udibile. Nella serie di Taleisnik e Watson¹³² il trattamento con un'osteotomia correttiva portava ad un'eccellente remissione del dolore con risoluzione dell'instabilità carpale.

Instabilità carpale complessa (CIC)

Vedere il Capitolo 14 (Pilato).

Bibliografia

- Garcia-Elias M, Geissler WB: Carpal Instability. In Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW (eds): Green's Operative Hand Surgery, 5th Edition, 2004, 535-604.
- Watson HK, Ballet FL: The SLAC wrist: Scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. J Hand Surg 9A:358-365, 1984.
- IWIW Terminology Committee: Wrist. Terminology and Definitions. J Bone Joint Surg 84A (Suppl. 1):1-69, 2002.
- Anatomy and Biomechanics Committee of the IFFSH: Position Statement: Definition of Carpal Instability. J Hand Surg 24A:866-867, 1999.
- Linscheid RL: Kinematic considerations of the wrist. Clin Orthop 202:27-39, 1986.
- Youm Y, McMurtry RY, Flatt AE, Gillespie TE: Kinematics of the wrist. I. An experimental study of radial-ulnar deviation and flexion-extension. J Bone Joint Surg 60A:423-431, 1978.
- Ruby LK, Cooney WPIII, An KN, Linscheid RL, Chao EYS: Relative motion of selected carpal bones. A kinematic analysis of normal wrist. J Hand Surg 13A:1-10, 1988.
- Ritt MJ, Berger RA, Bishop AT, An KN: The capitolunate ligaments: A comparison of biomechanical properties. J Hand Surg 21B:451-454, 1996.
- Moritomo H, Viegas SF, Elder K, Nakamura K, DaSilva MF, Patterson RM: The scaphotrapezio-trapezoidal joint. Part 2: A kinematic study. J Hand Surg 25A:911-920, 2000.
- Kauer JMG: The interdependence of carpal articulation chains. Acta Anat 88:481-501, 1974.
- Kobayashi M, Berger RA: Kinematic analysis of scapholunate interosseous ligament repair. Orthop Trans 19:129, 1995.
- Nakamura R, Hori M, Imamura T, Horri E, Miura T: Method for measurement and evaluation of carpal bone angles. J Hand Surg 14B:53-58, 1989.
- Schul J-F, Leroy B, Comtet J-J: Biodynamics of the wrist: radiologic approach to scapholunate instability. J Hand Surg 10A:1006-1008, 1985.
- Craig MAC, Stanley JK: Wrist kinematics. Row, column or both? J Hand Surg 20B:165-170, 1995.
- Horii E, Garcia-Elias M, An KN, Bishop AT, Cooney WP, Linscheid RL, Chao EYS: A kinematic study of luno-triquetral dissociations. J Hand Surg 16A:355-362, 1991.
- Allieu Y, Brahin B, Ascencio G: Carpal instabilities: Radiological and clinico-pathological classification. Ann Radiol 25:275-287, 1982.
- Brahin B, Allieu Y: Compensatory carpal malalignment. Ann Chir Main 3:357-363, 1984.
- Moojen TM, Snel JG, Ritt MPJF, Henk W, Venema HW, Kauer JMG, Bos KE: In vivo analysis of carpal kinematics and comparative review of the literature. J Hand Surg 28A: 81-87, 2003.
- Schuid FA, Linscheid RL, An KN, Chao EY: Changes in wrist and forearm configuration with grasp and isometric contraction of elbow flexors. J Hand Surg 17 A:1418-1429, 1992.
- Cooney WP, Chao EYS: Biomechanical analysis of static forces in the thumb during hand function. J Bone Joint Surg 59A:27-36, 1977.
- Schuid F, Cooney WP, Linscheid RL, An KN, Chao EY: Force and pressure transmission through the normal wrist. A theoretical two-dimensional study in the posteroanterior plane. J Biomech 28:587-601, 1995.
- Viegas SF, Patterson RM, Todd PD, McCarty P: Load mechanics of the midcarpal joint. J Hand Surg 18A:14-18, 1993.
- Lichtman DM, Bruckner JD, Culp RW, Alexander CE: Palmar midcarpal instability: Results of surgical reconstruction. J Hand Surg 18A:307-315, 1993.
- Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS: Traumatic instability of the wrist: Diagnosis, classification, and pathomechanics. J Bone Joint Surg 54A:1612-1632, 1972.
- Ritt MJPF, Linscheid RL, Cooney WP, Berger RA, An KN: The lunotriquetral joint: Kinematic effects of sequential ligament sectioning, ligament repair, and arthrodesis. J Hand Surg 23A:432-445, 1998.
- Rayhack JM, Linscheid RL, Dobyns JH, Smith JH: Posttraumatic ulnar translation of the corpus. J Hand Surg 12A:180-189, 1987.
- Moneim MS, Bolger JT, Omer GE: Radiocarpal dislocation-classification and rationale for management. Clin Orthop 192:199-209, 1985.
- Goldberg B, Heller AP: Dislocation of the triquetrum with rotatory subluxation of the scaphoid. J Hand Surg 12A:119-122, 1987.
- Mayfield JK: Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop 149:45-54, 1980.
- Amadio PC, Botte MJ: Treatment of malunion of the distal radius. Hand Clin 3:541-561, 1987.
- Weber ER: Biomechanical implications of scaphoid wrist fractures. Clin Orthop 149:83-90, 1980.
- Bell MJ: Perilunar dislocation of the carpus and associated Colles' fracture. Hand 15:262-266, 1983.
- Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RF: The ligaments of human wrist and their significance. Anat Rec 186:417-426, 1976.
- Wagner CJ: Perilunar dislocations. J Bone Joint Surg 38A:1198-1230, 1956.
- Baulot E, Perez A, Hallonet D, Grammont PM: Scaphoid and lunate palmar divergent dislocation. A propos of a case. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 83:265-269, 1997.
- Gibson PH: Scaphoid-trapezium-trapezoid dislocation. Hand 15:267-269, 1983.
- Hankin FM, Amadio PC, Wojtyls EM, Braunstein EM: Carpal instability with volar flexion of the proximal row associated with injury to the scaphotrapezial ligament: Report of two cases. J Hand Surg 13B:298-302, 1988.
- Mayfield JK: Patterns of injury of carpal ligaments. a spectrum. Clin Orthop 187:36-42, 1984.
- Reagan DS, Linscheid RL, Dobyns JH: Lunotriquetral sprains. J Hand Surg 9A:502-514, 1984.
- Lichtman DM, Martin RA: Introduction to carpal instabilities. pp244-250. In Lichtman DM(ed): The wrist and Its Disorders. WB Saunders, Philadelphia, 1988.
- Taleisnik J: Triquetrohamate and triquetrolunate instabilities (medial carpal instability). Ann Chir Main 3:331-343, 1984.
- Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Pogue DJ, Jenkins DK, Sweo TD, Hokanson JA: Evaluation of the biomechanical efficacy of limited intercarpal fusions for the treatment of scapholunate dissociation. J Hand Surg 15A:120-128, 1990.
- Ambrose L, Posner MA: Lunate-triquetral and midcarpal joint instability. Hand Clin 8:653-668, 1992.
- Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Pogue DJ, Jenkins DK, Sweo TD, Hokanson JA: Ulnar-sided perilunate instability. An anatomic and biomechanic study. J Hand Surg 15A:268-278, 1990.
- Beckenbaugh RD: Accurate evaluation and management of the painful wrist following injury. An approach to carpal instability. Orthop Clin North Am 15:28-306, 1984.

46. Chidgey LK: Chronic wrist pain. *Orthop Clin North Am* 23:49-64, 1992.
47. Stanley JK, Trail IA: Carpal instability. *J Bone Joint Surg* 76B:691-700, 1994.
48. Taleisnick J: Pain on the ulnar side of the wrist. *Hand Clin* 3:51-68, 1987.
49. Herzberg G, Comtet JJ, Linscheid RL, Amadio PC, Cooney WP, Stalder J: Perilunate-dislocation and fracture dislocations: A multicenter study. *J Hand Surg* 18A: 768-799, 1993.
50. Belsole RJ: Radiography of the wrist. *Clin Orthop* 202:50-56, 1986.
51. Gilula LA, Destoutet JM, Weeks PM, Young LV, Wray RC: Roentgenographic diagnosis of the painful wrist. *Clin Orthop* 187:52-64, 1984.
52. Hardy TC, Totty WG, Reinus WR, Gilula LA: Posteroanterior wrist radiography: Importance of arm position. *J Hand Surg* 15A:504-508, 1987.
53. Palmer AK, Levinsohn EM, Kuzma GR: Arthrography of the wrist. *J Hand Surg* 8:15-23, 1983.
54. Ritter MR, Chang DS, Ruch DS: The role of arthroscopy in the treatment in lunotriquetral ligaments injuries. *Hand Clinics* 15:445-454, 1999.
55. Yang Z, Mann FA, Gilula LA, Haerr C, Larsen CF: Scaphopisocarpitate alignment: criterion to establish a neutral lateral view of the wrist. *Radiology* 205:865-869, 1997.
56. Gilula LA, Weeks PM: Post-traumatic ligamentous instabilities of the wrist. *Radiology* 129:641-651, 1978.
57. Linn MR, Mann FA, Gilula LA: Imaging the symptomatic wrist. *Orthop Clin North Am* 21:515-543, 1990.
58. Dobyns JH, Linscheid RL, Chao EYS, Weber ER, Swanson GE: Traumatic instability of the wrist. *Instr Course Lect* 24:189-199, 1975.
59. Wilson AJ, Mann FA, Gilula LA: Imaging in the hand wrist. *J hand Surg* 15B:153-167, 1990.
60. Schernberg F: Roentgenographic examination of the wrist: A systematic study of the normal, lax and injured wrist. part I: The standard and positional views. *J Hand Surg* 15B:210-219, 1990.
61. Linscheid RL, Dobyns JH, Beckenbaugh RD, Cooney WPIII, Wood MB: Instability patterns of the wrist. *J Hand Surg* 8:682-686, 1983.
62. Wright TW, Dobyns JH, Linscheid RL, Macksound W, Siegert J: Carpal instability non-dissociative. *J Hand Surg* 19B:763-773, 1994.
63. Loewen JL, Pirla_cruz MA, Lucas GL: Kinematics of capitulunate joint in the saggital plane. a new method based on reference points and triangulation. *J Hand Surg* 23B:410-412, 1998.
64. Taleisnick J: Scapholunate dissociation. pp 341-348. In Strickland JW, Steichen JB (eds): *Difficult Problems in Hand Surgery*. CV Mosby, St Louis, 1982.
65. Epner RA, Bowers WH, Guilford WB: Ulnar variance. The effect of wrist position and roentgen filming technique. *J Hand Surg* 7:298-305, 1982.
66. Palmer AK, Glisson RR, Werner FW: Ulnar variance determination. *J Hand Surg* 7:376-379, 1982.
67. Steyers CM, Blair WF: Measuring ulnar variance: a comparison of techniques. *J Hand Surg* 14A:607-612, 1989.
68. Czitrom AA, Dobyns JH, Linscheid RL: Ulnar variance in carpal instability. *J Hand Surg* 12A:205-212, 1987.
69. McMurtry RY, Youm Y, Flatt AE, Gillespie TE: Kinematics of the wrist. II. Clinical applications. *J Bone Joint Surg* 60A:955-960, 1978.
70. Stahelin A, Pfeiffer K, Senwald G, Segmuller G: Determining carpal collapse: An improved method. *J Bone Joint Surg* 71:1400-1405, 1989.
71. Bouman H-W, Messer E, Senwald G: Measurement of ulnar translation and carpal height. *J Hand Surg* 19B:325-329, 1994.
72. Chamay A, Della Santa D, Vilaseca A: Radiolunate arthrodesis factor stability for the rheumatoid arthritis. *Ann Chir Main* 2:5-17, 1983.
73. DiBenedetto MR, Lubbers LM, Coleman CR: A standardized measurement of ulnar carpal translocation. *J Hand Surg* 15A:1009-1010, 1990.
74. Pirela-Cruz MA, Firoozbakhsh K, Moneim MS: Ulnar translation of the corpus in rheumatoid arthritis: An analysis of five determination methods. *J Hand Surg* 18A:299-306, 1993.
75. Posner MA, Greenspan A: Trispiral tomography for evaluation of wrist problems. *J Hand Surg* 13A:175-181, 1988.
76. Stewart NR, Gilula LA: CT of the wrist: a tailored approach. *Radiology* 183:13-20, 1992.
77. Friedman L, Johnston GH, Yong-Hing K: Computer tomography of wrist trauma. *J Can Assoc Radiol* 41:141-145, 1990.
78. Soler-Minoves JM, Gonzales-Ustes J, Pèrez R, Gifreu M, Gallart AM: Computed tomography in partial carpal arthrodesis. *J Hand Surg* 22B:653-655, 1997.
79. Nakamura R, Horii E, Tanaka Y, Imeada T, Hayakawa N: Three-dimensional CT imaging for wrist disorders. *J Hand Surg* 14B:53-58, 1989.
80. Weeks PM, Vannier MW, Stevens WG, Gayou D, Gilula LA: Three-dimensional imaging of the wrist. *J Hand Surg* 10A:32-39, 1985.
81. Green DP, O'Brien ET: Open reduction of carpal dislocations: Indications and operative techniques. *J Hand Surg* 3:250-265, 1978.
82. Green DP, O'Brien ET: Classification and management of carpal dislocations. *Clin Orthop* 149:55-72, 1980.
83. Yamaguchi S, Beppu M, Matsuchita K, Takahashi K: The carpal stretch test at the scapholunate joint. *J Hand Surg* 23A:617-625, 1998.
84. Jackson WT, Protas JM: Snapping scapholunate subluxation. *J Hand Surg* 6:590-594, 1981.
85. Nielsen PT, Hedeboe J: Posttraumatic scapholunate dissociation detected by wrist cineradiography. *J Hand Surg* 9A:135-138, 1984.
86. Protas JM, Jackson WT: Evaluating carpal instabilities with fluoroscopy. *AJR Am J Roentgenol* 135:137-140, 1980.
87. Mikic DJ: Arthrography of the wrist joint. An experimental study. *J Bone Joint Surg* 66A:371-378, 1984.
88. Viegas SF, Patterson RM, Hokanson JA, Davis J: Wrist anatomy: Incidence, distribution and correlation of anatomic variations, tears, and arthrosis. *J Hand Surg* 18A:463-475, 1993.
89. Yin YM, Evanoff B, Gilula LA, Pilgram TK: Evaluation of selective wrist arthrography of contralateral asymptomatic wrists for symmetric ligamentous defects. *Amer J Radiology* 166:1067-1073, 1996.
90. Yin YM, Evanoff B, Gilula LA, Littenberg B, Pilgram TK, Katterman RY: Surgeons' decision making in patients with chronic wrist pain: role of bilateral three-compartment wrist arthrography - prospective study. *Radiology*. 200:829-832, 1996.
91. Cooney WP: Evaluation of chronic wrist pain by arthrography, arthroscopy, and arthrotomy. *J Hand Surg* 18A:815-822, 1993.
92. Weiss APC, Akelman E, Lambiase R: Comparison of the findings of triple-injection cineradiography of the wrist with those of arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 78A:348-356, 1996.
93. Berger RA, Blair WF, El-Khoury GY: Arthrotomography of the wrist. The palmar radiocarpal ligaments. *Clin Orthop* 186:224-229, 1984.
94. Blair WF, Berger RA, El-Khoury GY: Arthrotomography of the wrist: An experimental and preliminary clinical study. *J Hand Surg* 10A:350-359, 1985.
95. Cerofolini E, Luchetti R, Pederzini L, Soragni O, Colombini R, D'Alimonte P, Romagnoli R. MR evaluation of triangular fibrocartilage complex tears in the wrist: comparison with arthrography and arthroscopy. *J Comput Assist Tomogr* 14:963-967, 1990.
96. Pederzini L, Luchetti R, Soragni O, Alfaraano M, Montagna G, Cerofolini E, Roth JH. Evaluation of the triangular fibrocartilage complex tears by arthroscopy, arthrography and MRI. *Arthroscopy* 8:191-197, 1992.
97. Morley J, Bidwell J, Bransby-Zachary M: A comparison of the findings of wrist arthroscopy and magnetic resonance imaging in the investigation of wrist pain. *J Hand Surg* 26B:544-546, 2001.

98. Schädel-Höpfner M, Iwinska-Zelder J, Braus T, Bohringer G, Klose KJ, Gotzen L: MRI versus arthroscopy in the diagnosis of scapholunate ligament injury. *J Hand Surg* 26 B: 17-21, 2001.
99. Walsh JJ, Berger RA, Cooney WP: Current status of scapholunate interosseous ligament injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 10:31-42, 2002.
100. Chung KC, Zimmerman NB, Travis MT: Wrist arthrography versus arthroscopy: A comparative study of 150 cases. *J Hand Surg* 21A:591-594, 1996.
101. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL: Arthroscopy of the wrist: anatomy and classification of carpal instability. *Arthroscopy* 6:133-140, 1990.
102. Osterman AL, Seidman GD: The role of arthroscopy in the treatment of lunotriquetral ligament injuries. *Hand Clin* 11:41-50, 1995.
103. Whipple TL: The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin* 11:37-40, 1995.
104. Zdravkovic V, Jacob HAC, Senwald GR: Physical equilibrium of the normal wrist and its relation to clinically defined "instability". *J Hand Surg* 20B:159-164, 1995.
105. Talesnick J: Ligaments of the wrist. *J Hand Surg* 1:110-118, 1976.
106. Viegas SF, Patterson R, Roefs J, Tencer A, Choi S: The effects of various load paths and different load on the load transfer characteristics of the wrist. *J Hand Surg* 14A:458-465, 1989.
107. Fassler PR, Stern PJ, Kefhaber TR: Asymptomatic SLAC wrist: Does it exist? *J Hand Surg* 18A:682-686, 1993.
108. Viegas SF, Patterson RM, Hillman GR, Peterson PD, Crossley M, Foster R: Simulated scaphoid proximal pole fracture. *J Hand Surg* 16A:495-500, 1991.
109. Tremble NJ: Congenital absence of the scaphoid in the "VATER" association. *J Hand Surg* 10B:251-252, 1985.
110. Gross SC, Watson HK, Strickland JW, Palmer AK, Brenner LH: Triquetral-lunate arthritis secondary to synostosis. *J Hand Surg* 14A:95-102, 1989.
111. Simmons BP, McKenzie WD: Symptomatic carpal coalition. *J Hand Surg* 10A:190-193, 1985.
112. Newman JH, Watt I: Avascular necrosis of the capitate and dorsal dorsi-flexion instability. *Hand* 12:176-178, 1980.
113. Nagy L: Wrist instability following acute and chronic infection. In Büchler U (ed): *Wrist Instability*. Martin Dunitz, London, 1996: 205-212.
114. Saffar P: Classification of carpal instabilities. In Büchler U (ed): *Wrist Instability*. Martin Dunitz, London, 1996: 29-34.
115. Amadio PC: Carpal kinematics and instability: A clinical and anatomic prier. *Clin Anat* 1:1-12, 1991.
116. Taleisnik J: Wrist: anatomy, function, and injury. *Instr Course Lect* 27:61-87, 1978.
117. Linscheid RL: Scapholunate ligamentous instabilities (dissociations, subdislocations, dislocations). *Ann Chir Main* 3:323-330, 1984.
118. Hodge JC, Gilula LA, Larsen CF, Amadio PC: Analysis of carpal instability: II. Clinical applications. *J Hand Surg* 20A:765-776, 1995.
119. Lavernia CJ, Cohen MS, Taleisnik J: Treatment of scapholunate dissociation by ligamentous repair and capsulodesis. *J Hand Surg* 17A:354-359, 1992.
120. Allieu Y, Garcia-Elias M: Dynamic radial translation instability of the carpus. *J Hand Surg* 25B:33-37, 2000.
121. Landsmeer JMF: Studies in anatomy of articulation. I. The equilibrium of the "intercalated" bone. *Acta Morphol Neerl Scand* 3:287-303, 1961.
122. Linscheid RL, Dobyns JH: Treatment of scapholunate dissociation. *Hand Clin* 8:645-652, 1992.
123. Taleisnik J, Watson HK: Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 9A:350-357, 1984.
124. Shin AY, Glowaczi KA, Bishop AT: Dynamic axial carpal instability: A case report. *J Hand Surg* 24A:781-785, 1999.
125. Crittenden JJ, Jones DM, Santarelli AG: Bilateral rotational dislocation of the carpal navicular. Case report. *Radiology* 94:629-630, 1970.
126. Dobyns JH, Perkins JC: Instability in carpal navicular (abstract) *J Bone Joint Surg* 49A:1014, 1967.
127. Russel TB: Inter-carpal dislocations and fracture-dislocations. A review of fifty-nine cases. *J Bone Joint Surg* 31B:524-531, 1949.
128. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL: Intracarpal soft-tissue lesions associated with intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg* 78A:357-365, 1996.
129. Mir X, Font J, Llusa M, Lluch A, Lamas C: Naviculo-lunate instability in association to distal radial fracture. *Rev Iberam Cir Mano* 28:36-41, 2001.
130. Wolfe SW, Crisco JJ: Mechanical evaluation of the scaphoid shift test. *J Hand Surg* 19 A:762-768, 1994.
131. Inoue G, Miura T: Traumatic axial-ulnar disruption of the carpus. *Orthop Rev* 20:867-872, 1991.
132. Viegas SF, Bean JW, Schram RA: Transscaphoid fracture-dislocations treated with open reduction and Herbert screw internal fixation. *J Hand Surg* 12A:992-999, 1987.
133. Cook PA, Kobus RJ, Wiand W, Yu JS: Scapholunate ligament disruption in a skeletally immature patient: A case report. *J Hand Surg* 22A:83-85, 1997.
134. Dautel G, Merle M: Scapholunate dissociation in the skeletally immature carpus. *J Hand Surg* 22B:173-174, 1997.
135. Blatt G: Dorsal capsulodesis for rotatory subluxation of the scaphoid. pp 147-166. In Gelberman RH(ed): *Master Techniques in Orthopedic Surgery: The wrist*. Raven Press, New York, 1994.
136. Burgess RC: The effect of rotatory subluxation of the scaphoid on radio-scaphoid contact. *J Hand Surg* 12A:771-774, 1987.
137. Meade TD, Schneider LH, Cherry K: Radiographic analysis of selective ligament sectioning at the carpal scaphoid: A cadaver study. *J Hand Surg* 15A:855-862, 1990.
138. Short WH, Verner FW, Green JK, Masaoka S: Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of scaphoid and lunate. *J Hand Surg* 27:991-1002, 2002.
139. Short WH, Werner FW, Fortino MD, Palmer AK, Mann KA: A dynamic biomechanical study of scapholunate ligament sectioning. *J Hand Surg* 20A:986-999, 1995.
140. Armstrong GWD: Rotational subluxation of the scaphoid. *Can J Surg* 11:306-314, 1968.
141. Viegas SF, Tencer AF, Cantrell J, Chang M, Clegg P, Hicks C, O'Meara C, Williamson JB: Load transfer characteristics of the wrist. Part II. Perilunate instability. *J Hand Surg* 12A:978-985, 1987.
142. Taleisnik J: Carpal instability. *J Bone Joint Surg* 70A:1262-1267, 1988.
143. Gupta A, Al-Moosawi NM: Lunate morphology. *J Biomech* 35:1451-1457, 2002.
144. Watson HK, Yasuda M, Guidera PM: Lateral lunate morphology: An x-ray study. *J Hand Surg* 21A:759-763, 1996.
145. Weber ER: Concepts governing the rotational shift of the intercalated segment of the carpus. *Orthop Clin North Am* 15:193-207, 1984.
146. Vender MI, Watson HK, Black DM, Strickland JW: Acute scaphoid fracture with scapholunate gap. *J Hand Surg* 14A:1004-1007, 1989.
147. Crawford GP, Taleisnik J: Rotatory subluxation of the scaphoid after excision of dorsal carpal ganglion and wrist manipulation. A case report. *J Hand Surg* 8:921-925, 1983.
148. Sebald JR, Dobyns JH, Linscheid RL: The natural history of collapse deformities of the wrist. *Clin Orthop* 104:140-148, 1974.
149. Blatt G: Capsulodesis in reconstructive hand surgery: Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and volar capsulodesis following excision of distal ulna. *Hand Clin* 3:81-102, 1987.
150. Taleisnik J: *The wrist*. Churchill Livingstone, New York, 1985.

151. Ganel A, Engel Ditzian R, Farin I, Militeanu J: Arthrography as a method of diagnosis soft-tissue injuries of the wrist. *J Trauma* 19:376-380, 1979.
152. Wehbe MA, Karasick D: Radiocarpal septum after trauma. *J Hand Surg* 10A:498-502, 1985.
153. Ruch DS, Poehling GG: Arthroscopic management of partial scapholunate and lunotriquetral injuries of the wrist. *J Hand Surg* 21A:412-417, 1996.
154. Whipple RE Jr, Omer GE Jr: Transient vascular compromise of the lunate after fracture-dislocation of the corpus. *J Hand Surg* 9A:181-184, 1984.
155. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Gotzen L: Results after minimal invasive therapy of acute scapholunate dissociation. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 32:333-338, 2000.
156. Jantea CL, An KN, Linscheid RL, Cooney WP: The role of the scapho-trapezium-trapezoidal ligament complex on scaphoid kinematics. In Schuind F, An KN, Cooney WP, Garcia-Elias M (eds): *Advances in the Biomechanics in Hand and Wrist*. Plenum Press, New York, 1994:345-361.
157. Weiss APC, Sachar K, Glowacki KA: Arthroscopic debridement alone for intercarpal ligament tears. *J Hand Surg* 22A:344-349, 1997.
158. Geissler WB, Haley TH: Arthroscopy management of scapholunate instability. *Atlas of Hand Clinics*. 6:253-274, 2001.
159. Bickert B, Sauerbier M, Germann G: Scapholunate ligament repair using the Mitek bone anchor. *J Hand Surg* 25B:188-192, 2000.
160. Brunelli GA, Brunelli GR: A new surgical technique for carpal instability with scapho-lunar dislocation: Eleven cases. *Ann Chir Main Memb Super* 14:207-213, 1995.
161. Cohen MS, Taleisnik J: Direct ligamentous repair scapholunate dissociation with capsulodesis augmentation. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 2:18-24, 1998.
162. Coyers DJ: Scapholunate interosseous reconstruction and imbrication of palmar ligaments. *J Hand Surg* 15A:690-700, 1990.
163. Schweizer A, Steiger R: Long-term results after repair and augmentation ligamentoplasty of rotatory subluxation of the scaphoid. *J Hand Surg* 27A:674-684, 2002.
164. Wyrick JD, Youse BD, Kiefhaber TR: Scapholunate ligament repair and capsulodesis for the treatment of static scapholunate dissociation. *J Hand Surg* 23B:776-780, 1998.
165. Herbert TJ, Hargreaves IC, Clarke AM: A new surgical technique for treating rotatory instability of the scaphoid. *Hand Surgery*. 1:75-77, 1996.
166. Slater RR, Szabo RM, Bay BK, Laubach J: Dorsal intercarpal capsulodesis for scapholunate dissociation: Biomechanical analysis in cadaver model. *J Hand Surg* 24A:232-239, 1999.
167. Slater RR, Szabo RM: Scapholunate dissociation: treatment with the dorsal intercarpal ligament capsulodesis. *Techniques Hand Upper Extrem* 3:222-228, 1999.
168. Szabo RM, Slater RR, Palumbo CF, Gerlach T: Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic, static scapholunate dissociation: Clinical results. *J Hand Surg* 27:978-984, 2002.
169. Goldner JL: Treatment of carpal instability without joint fusion. Current assessment (editorial). *J Hand Surg* 7:325-326, 1982.
170. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM: The dorsal ligaments of the wrist: Anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg* 24A:456-468, 1999.
171. Cuenod P, Carriere E, Papaloizos MY: A mechanical comparison of bone-ligament- bone autografts from the wrist for replacement of scapholunate ligament. *J Hand Surg* 27A:985-990, 2002.
172. Hofstede DJ, Ritt MPJF, Bos KE: Tarsal autografts for reconstruction of the scapholunate interosseous ligament: A biomechanical study. *J Hand Surg* 24A:968-976, 1999.
173. Shin SS, Moore DC, Mc Govern RD, Weiss APC: Scapholunate ligament reconstruction using a bone - retinaculum- bone autograft: A biomechanical and histologic study. *J Hand Surg* 23A:216-221, 1998.
174. Schuind FA: Scapholunate reconstruction using a vascularized flap of the interosseous membrane. *Orthop Surg Tech* 9:21-26, 1995.
175. Weiss APC: Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft. *J Hand Surg* 23A:205-215, 1998.
176. Almquist EE, Bach AW, Sack JT, Fuhs SE, Newman DM: Four-bone ligament reconstruction for treatment of chronic complete scapholunate separation. *J Hand Surg* 16A:322-327, 1991.
177. Brunelli GA, Brunelli GR: A new technique to correct carpal instability with scaphoid rotatory subluxation: A preliminary report. *J Hand Surg* 20A :S82-S85, 1995.
178. Van Den Abbeele KLS, Loh YC, Stanley JK, Trail IA: Early results of a modified Brunelli procedure for scapholunate instability. *J Hand Surg* 23B:258-261, 1998.
179. Mir X. Lesiones capsuloligamentosas y òseas asociadas a la fracturas distales del radio. *Rev Ortop Traumatol* 47 (supl) 2003.
180. Rosenwasser MP, Strauch RJ, Miyasaka KC: The RASL procedure: Reduction and association of the scaphoid and lunate using the Herbert screw. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 1:263-272, 1997.
181. Filan SL, Herbert TJ: Herbert screw fixation for the treatment of scapholunate ligament rupture. *Hand Surgery* 3:47-55, 1998.
182. Garcia-Elias M, Lluch A, Ferreres A, Papini Zorli I, Rahimtoola Z.O.: Treatment of radiocarpal degenerative osteoarthritis by radioscapulunate arthrodesis and distal scaphoidectomy. *J Hand Surg* 30(1):2005. 8-15.
183. Watson HK, Weinzeig J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D: One thousand intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg* 24B:307-315, 1999.
184. Siegel JM, Ruby LK: A critical look at intercarpal arthrodesis: Review of literature. *J Hand Surg* 21A:717-723, 1996.
185. Sutro CJ: Treatment of nonunion of the carpal navicular bone. *Surgery* 20:536-540, 1946.
186. Rotman MB, Loth TS: Scaphocapitate arthrodesis. In Blair WF (ed): *Techniques in Hand Surgery*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996: 849-854.
187. Nagy L, Büchler U: Long-term results of radioscapulunate fusion following fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 22B:705-710, 1997.
188. McCombe D, Ireland DC, McNab I: Distal scaphoid excision after radioscapulunate arthrodesis. *J Hand Surg* 26A:877-882, 2001.
189. Garcia-Elias M, Lluch A: Partial excision of scaphoid: is it ever indicated? *Hand Clinics* 17:687-695, 2001.
190. Kirscherbaum D, Schneider LH, Kirkpatrick WH, Adams DC, Cody RP: Scaphoid excision and capitolunate arthrodesis for radioscapulunate arthritis. *J Hand Surg* 18A:780-785, 1993.
191. Ashmead D, Watson HK, Damon C, Herber S, Paly W: Scapholunate advanced collapse wrist salvage. *J Hand Surg* 19A:741-750, 1994.
192. Sauerbier M, Tränkle M, Linsner G, Bickert B, Germann G: Midcarpal arthrodesis with complete scaphoid excision and interposition bone graft in the treatment of advanced carpal collapse (SNAC/SLAC wrist): Operative technique and outcome assessment. *J Hand Surg* 25B:341-345, 2000.
193. Tomaino MM, Miller RJ, Cole I, Burton RI: Scapholunate advanced collapse wrist: Proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision? *J Hand Surg* 19A:134-142, 1994.
194. Calandrucchio JH, Gelberman RH, Duncan SFM, Goldfarb CA, Pae R, Gramig W: Capitolunate arthrodesis with scaphoid and triquetrum excision. *J Hand Surg* 25A:824-832, 2000.
195. Bedeschi P, Folloni A: Vantaggi della via di accesso anteriore dell'intervento di riduzione della prima filiera del carpo. XXV Congresso SIRC, Bologna, Monduzzi Editore, 932-941, 1990.
196. Luchetti R, Soragni O, Fairplay T: Proximal row carpectomy through a palmar approach. *J Hand Surg* 23B:406-409, 1998.
197. Imbriglia JE, Broudy AS, Hagberg WC, Mc Kernan D: Proximal row carpectomy: Clinical evaluation. *J Hand Surg* 15A:426-430, 1990.
198. Inglis AE, Jones EC: Proximal-row carpectomy for diseases of the proximal row. *J Bone Joint Surg* 59A:460-463, 1977.

199. Caput H, Vaillant E: Etude radiographique sur les traumatismes du carpe. *Rev Orthop* 4:227-239, 1913.
200. Butterfield WL, Joshi AB, Lichtman D: Lunotriquetral injuries. *J Amer Soc surg Hand* 2:195-203, 2002.
201. Lichtman DM, Noble WH III, Alexander CE: Dynamic triquetrolunate instability: Case report. *J Hand Surg* 6:515-523, 1981.
202. Nelson DL, Manske PR, Pruitt DL, Gilula LA, Martin RA: Lunotriquetral arthrodesis. *J Hand Surg* 18A:1113-1120, 1993.
203. Pin PG, Young VL, Gilula LA, Weeks PM: Management of chronic lunotriquetral ligament tears. *J Hand Surg* 14A:77-83, 1989.
204. Shin AY, Battaglia MJ, Bishop AT: Lunotriquetral instability: Diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 8:170-179, 2000.
205. Pin PG, Nowak M, Logan SE, Young VL, Gilula LA, Weeks PM: Coincident rupture of the scapholunate and lunotriquetral ligaments without perilunate dislocation: Pathomechanics and management. *J Hand Surg* 15A:110-119, 1990.
206. Ritt MJPF, Maas M, Bos KE: Minnar type I symptomatic lunotriquetral coalition: A report of nine patients. *J Hand Surg* 26A:261-270, 2001.
207. Nakao E, Nakamura R, Tsunoda K: Triquetrohamate impaction syndrome: A case report. *J Hand Surg* 21A:778-780, 1996.
208. Burke FD: Pisotriquetral pathology: A differential diagnosis. pp 213-218. In Büchler U (ed): *Wrist instability*. Martin Dunitz, London, 1996.
209. Palmer AK: Triangular fibrocartilage complex lesions: A classification. *J Hand Surg* 14A:594-606, 1989.
210. Chun S, Palmer AK: The ulnar impaction syndrome: Follow-up of ulnar shortening osteotomy. *J Hand Surg* 18A:46-53, 1993.
211. Alexander CE, Lichtman DM: Ulnar carpal instabilities. *Orthop Clin North Am* 15:307-320, 1984.
212. Kirschenbaum D, Coyle MP, Leddy JP: Chronic lunotriquetral instability: Diagnosis and treatment. *J Hand Surg* 18A:1107-1112, 1993.
213. Mathoulin C, Saffar P, Roukoz S: Luno-triquetral instability. *Ann Chir Main Memb Super* 9:22-28, 1990.
214. Shin AY, Weinstein LP, Berger RA, Bishop AT: Treatment of isolated injuries of the lunotriquetral ligament. A Comparison of arthrodesis, ligament reconstruction and ligament repair. *J Bone Joint Surg* 83B:1023-1028, 2001.
215. Guidera PM, Watson HK, Dwyer TA, Orlando G, Zeppieri J, Yasuda M: Lunotriquetral arthrodesis using cancellous bone graft. *J Hand Surg* 26A:422-427, 2001.
216. Tolan S, Savoie FH, Field LD: Arthroscopic management of lunotriquetral instability. *Atlas of Hand Clinics* 6:275-283, 2001.
217. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH: Triangular fibrocartilage tears. *J Hand Surg* 19:143-154, 1994.
218. Senwald GR, Fischer M, Mondy P: Lunotriquetral arthrodesis. A controversial procedure. *J Hand Surg* 20B:755-760, 1995.
219. Vandesande W, De Smet L, Van Ransbeek H: Lunotriquetral arthrodesis, a procedure with high failure rate. *Acta Orthop Belg* 67:361-367, 2001.
220. Taleisnik J: Radiolunate arthrodesis. In Blair WF (ed): *Techniques in Hand Surgery*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996: 879-886.
221. Ritt MJPF, Bishop AT, Berger RA, Linscheid RL, Berglund LJ, An KN: Lunotriquetral ligament properties: A comparison of three anatomic subregions. *J Hand Surg* 23A:425-431, 1998.
222. Smith DK, Cooney WP, An KN, Linscheid RL, Chao EYS: The effects of simulated unstable scaphoid fractures on carpal motion. *J Hand Surg* 14A:283-291, 1989.
223. Moritomo H, Viegas SF, Elder KW, Nakamura K, DaSilva MF, Boyd NL, Patterson RM: Scaphoid nonunions: a 3-dimensional analysis of patterns of deformity. *J Hand Surg* 25A:520-528, 2000.
224. Gelberman RH, Wolock BS, Siegel DB: Fractures and non-unions of the carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg* 71A:1560-1565, 1989.
225. Nakamura R, Imaeda T, Miura T: Scaphoid malunion. *J Bone Joint Surg* 73B:134-137, 1991.
226. Malerich MM, Clifford J, Eaton B, Eaton R, Littler JW: Distal scaphoid resection arthroplasty for the treatment of degenerative arthritis secondary to scaphoid non-union. *J Hand Surg* 24A:1196-1205, 1999.
227. Fernandez DL: A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. *J Hand Surg* 9A:733-737, 1984.
228. Smith BS, Cooney WP: Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid. Treatment options and results. *Clin Orthop* 327:98-109, 1996.
229. Smith DK, Linscheid RL, Amadio PC, Berquist TH, Cooney WP: Scaphoid anatomy: Evaluation with complex motion tomography. *Radiology* 173:177-180, 1989.
230. Richards RR, Regan WD: Treatment of scaphoid nonunion by radical curettage, trapezoidal iliac crest bone graft, and internal fixation with Herbert screw. *Clin Orthop* 262:148-158, 1991.
231. Tsuyuguchi Y, Murase T, Hidaka N, Ohno H, Kawai H: Anterior wedge-shaped bone graft for old scaphoid fractures or non-unions. An analysis of relevant carpal alignment. *J Hand Surg* 20B:194-200, 1995.
232. Fernandez DL, Martin CJ, Gonzalez del Pino J: Scaphoid malunion. The significance of rotational malalignment. *J Hand Surg* 23B:771-775, 1998.
233. Bellinghausen H-W, Gilula LA, Young LV, Weeks PM: Post-traumatic palmar carpal subluxation. Report of two cases. *J Bone Joint Surg* 65A:998-1006, 1983.
234. Linscheid RL, Dobyns JH: Radiolunate arthrodesis. *J Hand Surg* 10A:821-829, 1985.
235. Penny WH III, Greene TL: Case report: Volar radiocarpal dislocation with ulnar translocation. *J Orthop Trauma* 2:322-326, 1989.
236. Nakamura T, Cooney WP, Lui WH, Haugstvedt JR, Zhao KD, Berglund L, An K: Radial Styloidectomy: A biomechanical study on stability of the wrist joint. *J Hand Surg* 26A:85-93, 2001.
237. Freund LG, Ovansen J: Isolated dorsal dislocation of the radiocarpal joint. A case report. *J Bone Joint Surg* 59A:277, 1977.
238. Loubignac F, Colomb F, Thiry A, Nasr Z, Lovet J: Isolated radiocarpal dislocation. Report of a case and literature review. *Rev Chir Orthop* 85:393-396, 1999.
239. Fehring TK, Milek MA: Isolated volar dislocation of the radiocarpal joint. *J Bone Joint Surg* 66A:464-466, 1984.
240. Feinstein WK, Lichtman DM, Noble PC, Alexander JW, Hipp JA: Quantitative assessment of the midcarpal shift test. *J Hand Surg* 24A:977-983, 1999.
241. Rao SB, Culver JE: Triquetrohamate arthrodesis for midcarpal instability. *J Hand Surg* 20A:583-589, 1995.
242. Zancolli ER. Localized medial triquetral-hamate instability: Anatomy and operative reconstruction-augmentation. *Hand Clinics* 17:83-96, 2001.
243. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR: Ulnar midcarpal instability-clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg* 6:515-523, 1981.
244. Moritomo H, Viegas SF, Nakamura K, DaSilva MF, Patterson RM: The scaphotrapezio-trapezoidal joint. Part I: An anatomic and radiographic study. *J Hand Surg* 25A:899-910, 2000.
245. Nakamura K, Patterson RM, Moritomo H, Viegas SF: Type I versus type II lunates: Ligament anatomy and presence of arthrosis. *J Hand Surg* 26A:428-436, 2001.
246. Johnson RP, Carrera GF: Chronic capitulate instability. *J Bone Joint Surg* 68A:1164-1176, 1986.
247. Schernberg F: L'instabilité médio-carpienne. *Ann Chir Main* 3:344-348, 1984.
248. Crisco JJ, Chelikani S, Brown RK, Wolfe SW: The effects of exercise on ligamentous stiffness in the wrist. *J Hand Surg* 22A:44-48, 1997.
249. White SJ, Louis DS, Braunstein EM, Hankin FM, Greene TL: Capitulate-lunate instability: Recognition by manipulation under fluoroscopy. *Am J Roentgenol* 143:361-364, 1984.