

RIPARAZIONE DELLE LESIONI ASSOCIATE DEI TENDINI FLESSORI E DEI FASCI VASCOLO-NERVOSI DELLA MANO

M. ROSATI, C. NESTI¹, S. BERTAGNINI, C. BANI

2^a Clinica Ortopedica Università di Pisa

¹ U.O. Ortopedia, O.C. Il Ceppo, Pistoia

Surgical repair of the flexor tendons and neurovascular bundle associated injuries of the hand.

SUMMARY

Purpose: *The authors analyze the flexor tendons and neurovascular bundles associated injuries of the hand. Materials and Methods:* *The series consists of 40 cases (between 1997 and 2002), mostly male with sharp lesions, with an average age of 39,2 years and an average follow-up of 18,6 months; 45 digits were involved. Three cases of "spaghetti wrist injury" were observed. Digit tendon lesions were treated with Mantero's pull-out technique and also with a Nylon 6/0 peritenon suture; nerve injuries were always treated with epineural suture (8/0 and 10/0), and vascular injuries were also treated with a microsurgical technique. For tendon lesions at the palm, we used Kessler's suture technique. All patients stayed in rest for 3 weeks, and then a Kleinert device was applied up to 35 days following injury. Physiotherapy went on till the best functional recovery. All patients were evaluated for strength, ROM according to Stryckland, sensitive recovery according to Hight-Zachary, Tinel's phenomena, sweating and condition of the scar. The quality of recovery was directly correlated with the patients age and site of the lesions. Results:* *For the zone 1 and 2 injuries, we observed an excellent and good recovery according to Stryckland in 75,5% of cases, with a good sensitive evaluation (S4 and S3 in 51,2% of digits according to Hight-Zachary), with only two Tinel's phenomena: the worst results were obtained if there was also an associated arterial lesion, even in such cases in which the repaired artery's patency was documented. As far as palm injuries were concerned, the ROM was good in most of cases, while nerves lesions (especially median nerve lesions) showed a good recovery in some digits but not in all digits at the same time. Conclusions:* *Recovery's outcome was correlated to the age of patients and site of lesions. Perhaps flexor tendons repair accompanied by nerves and arteries repair gave good results in most of cases. Riv Chir Mano 2003; 40: 34-42*

KEY WORDS

Flexor tendons, nerves, arteries, injury, hand

RIASSUNTO

Scopo: *Vengono analizzate le lesioni associate dei tendini flessori, dei nervi e delle arterie alla mano, per valutarne i risultati a distanza. Materiali e Metodi:* *La casistica esaminata va dal 1997 al 2002, comprende 40 soggetti con lesioni alle dita per ferite da taglio, per un totale di 45 dita lesionate. In tre casi si trattava di lesioni complete del nervo mediano e dei flessori delle dita al polso. Sono stati esclusi i pazienti in cui è stato effettuato il reimpianto digitale ed i casi associati a fratture. L'età media dei pazienti era di 39,2 anni, con un follow-up medio di 18,6 mesi. Le lesioni tendinee digitali venivano trattate con tecnica del pull-out secondo Mantero associata a sutura del peritenonio con Nylon 6/0 nelle lesioni digitali; le lesioni nervose venivano costantemente riparate con sutura epineurale con Nylon 8/0 e 10/0, le lesioni vascolari venivano ugualmente trattate con tecnica microchirurgica. Per le lesioni tendinee al palmo della mano la sutura secondo Kessler era la tecnica di scelta. Tutti i pazienti venivano mantenuti a riposo per 21 giorni, quindi veniva applicato l'apparato di Kleinert fino a 35 giorni dalla lesione. La fisiokinesiterapia veniva effettuata fino al consolidamento del recupero. Per tutti i pazienti sono stati valutati forza di presa, sensibilità, qualità della*

Arrived: 29 November 2002

Accepted: 5 July 2003

Corrispondence: Dr. Marco Rosati, 2° Clinica Ortopedica Università di Pisa - Via Risorgimento, 36 - 56100 Pisa

Tel. +39-050-992049 - Fax +39-050-992027

escursione articolare secondo Stryckland, sensibilità secondo Hignet-Zachary, fenomeni di Tinel e qualità della cicatrice. Risultati: Nelle lesioni in zona 1 e 2 la prognosi è stata favorevole per le lesioni tendinee nel 75,5% (casi valutati come risultati eccellenti e buoni secondo Stryckland), con buon recupero nervoso nel 51,2% dei casi (con sensibilità pari ad S4 od S3+ secondo Hignet-Zachary); solo in due dita si osservava fenomeno di Tinel. Risultavano peggiori i risultati se vi era associata la lesione di una arteria, dove era maggiore la rigidità articolare, anche nei casi in cui era documentata la pervietà dell'arteria riparata. Per le lesioni al palmo la qualità della escursione articolare era buona nella maggior parte dei casi, mentre il recupero delle lesioni nervose (di solito lesioni del nervo mediano) dimostravano un buon recupero in alcune dita, ma mai in tutte quelle innervate dal nervo mediano. **Conclusioni:** La qualità del recupero è apparsa in correlazione diretta con l'età dei pazienti e con la sede di lesione. In ogni caso la riparazione dei flessori accompagnata da quella dei fasci vascolo-nervosi ha dato buoni risultati in una buona percentuale di casi.

PAROLE CHIAVE

Tendini flessori, nervi, arterie, trauma, mano

INTRODUZIONE

Con il termine di "lesioni combinate" della mano Büchler (1) indica quelle lesioni traumatiche che coinvolgono due o più strutture di elevato livello funzionale in una determinata sede: più in particolare le lesioni combinate della superficie volare della mano possono interessare la cute, i fasci vascolo-nervosi, i tendini flessori e le ossa della mano. Ci andremo in questa sede ad occupare di quelle lesioni delle dita della mano che interrompono la cute, i flessori ed un fascio vascolo-nervoso, escludendo dalla nostra revisione le amputazioni traumatiche. La letteratura è ricca di lavori riguardanti i risultati che si possono ottenere in chirurgia della mano nel trattamento delle lesioni nervose, delle lesioni vascolari e delle lesioni tendinee, o nei reimpianti digitali, ma raramente si interessa dei risultati che si possono ottenere quando le lesioni tendinee e dei fasci vascolo-nervosi si presentano associate. Scopo di questo lavoro è quindi quello di valutare ed analizzare i risultati che realisticamente si possono ottenere nel trattamento di queste lesioni.

MATERIALI E METODI

Vengono prese in esame le lesioni associate dei fasci vascolo-nervosi e dei flessori delle dita alla

mano (alle dita, al palmo ed al polso) su ferite non contaminate che si sono presentate alla nostra osservazione (presso la 2° Clinica Ortopedica dell'Università di Pisa nel periodo che va dal 1997 al 2002 e presso l'O.C. Il Ceppo di Pistoia dal 2001 al 2002), escludendo i casi di reimpianto digitale e quelle lesioni tendinee e dei fasci vascolo-nervosi che erano associate a fratture.

In questo periodo sono stati trattati per queste lesioni 58 pazienti e di questi è stato possibile sottoporre a revisione 40. Si tratta di 26 maschi e 14 femmine, di età media pari a 39,2 anni (minimo 1 anno, massimo 78 anni), con un follow-up medio di 18,6 mesi (minimo 4, massimo 78 mesi). In 26 casi si trattava della mano sinistra, in 14 casi della destra. La maggior parte delle lesioni (37 pazienti) interessava uno o più dita della mano. In tre casi si trattava di lesioni complete dei flessori e del nervo mediano al polso. In prevalenza (24 casi) la lesione veniva riportata durante l'utilizzo di coltelli, più raramente con arnesi da lavoro e vetri (13 casi) o per lesioni auto-provocate in tentativi di suicidio (3 casi). In due casi si trattava di lesioni riportate durante una aggressione (Fig. 1).

In 17 casi la lesione interessava un dito, in 20 casi due o tre dita, per un totale di 45 dita lesionate con interruzione tendinea, e di un fascio vascolo-nervoso: più in particolare si avevano per le localizzazioni digitali 9 lesioni in zona 1, 34 in zona 2, 2 in zona 3.

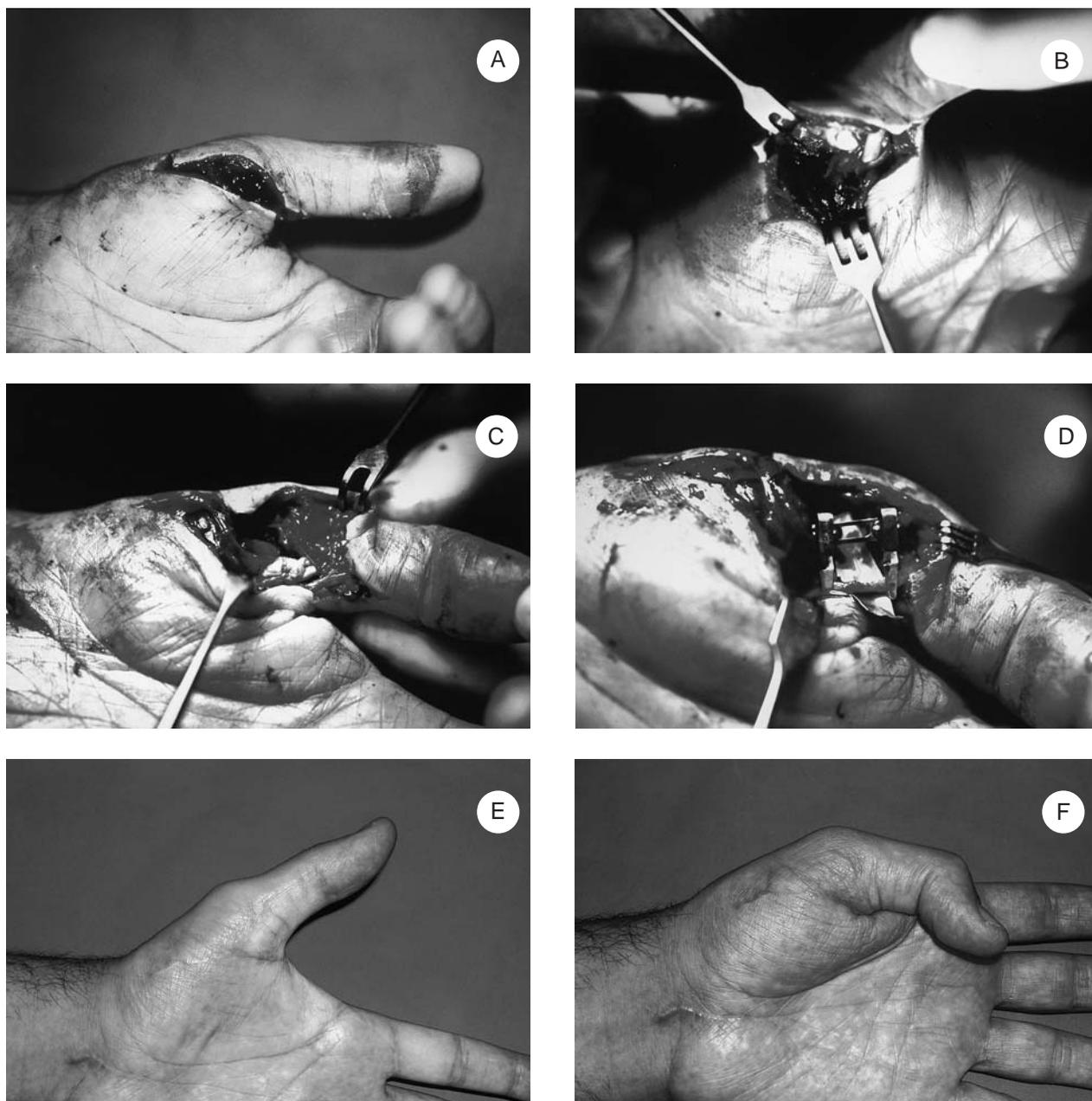


Figura 1. MG, 41 anni, medico chirurgo (ginecologo). Lesione combinata del flessore profondo del pollice e del fascio vascolo-nervoso radiale del primo dito in zona T2 per lesione da taglio (coltello) riportata durante una aggressione subita a scopo di rapina. A) Quadro clinico pre-operatorio. B) Alla revisione chirurgica si osserva la lesione completa dell'apparato flessore e del fascio vascolo-nervoso radiale. C) Riparazione con tecnica del pull-out del flessore profondo del pollice. D) Riparazione dell'arteria e del nervo collaterale radiale (particolare della sutura nervosa). E, F) Quadro clinico a distanza con recupero della sensibilità S3+, buona vascolarizzazione e buon trofisco cutaneo, risultato eccellente per escursione articolare secondo Stryckland.

Le lesioni dei tendini flessori alle dita venivano trattate con tecnica del pull-out secondo Mantero, con associata sutura del peritenomio e punti di sovrappiglio con Nylon 6/0; nelle lesioni tendinee al

palmo della mano ed al polso veniva invece eseguita sutura secondo Kessler con i punti di sutura (Nylon 3/0 o 4/0 a seconda delle dimensioni del tendine) affondati nei monconi tendinei. Le lesioni



Figura 2. DCM, 27 anni, operaio. A) Lesione da taglio sul lavoro (vetro) in zona 1 del 3° e 4° dito della mano destra. B) Sezione del flessore profondo e dei fasci vascolo-nervosi ulnari del 3° e 4° dito. C) Dopo la riparazione tendinea viene effettuata la riparazione di arterie (particolare) e nervi. D) A tre settimane applicazione di apparecchio tipo Kleinert. E, F) Dopo 2 anni sensibilità S3+, buon trofismo cutaneo, escursione articolare eccellente secondo Stryckland.

nervose venivano costantemente riparate con sutura epineurale con Nylon 8/0 o 10/0. In tutti i casi la sutura non presentava una tensione tale da motivare tecniche alternative (innesti nervosi, innesti di vena o utilizzo di Neurotube®).

Sempre in tutti i pazienti veniva effettuata la ri-

parazione delle arterie lesionate previa trombolisi, avventiziectomia e quindi sutura con Nylon 8/0 o 10/0, con 6-8 punti di sutura a seconda delle dimensioni del vaso da trattare. Non sono state riparate in questi pazienti eventuali lesioni venose, considerando sufficiente lo scarico garantito dalle vene

Tabella 1. *Criteri di valutazione secondo Stryckland per il recupero della escursione articolare e risultati ottenuti su 45 dita*

Risultato	TAM	n° casi	% casi
Eccellente	75-100%	22	48,5%
Buono	50- 74%	12	27%
Mediocre	25- 49%	7	15,5%
Cattivo	< 25%	4	9 %

Tabella 2. *Scala di Highbet e Zachary per la valutazione della sensibilità e risultati ottenuti su 45 dita trattate*

S0	Anestesia
S1	Recupero della sensibilità dolorifica profonda
S2	Recupero parziale della sensibilità tattile e dolorifica superficiale
S3	Recupero completo della sensibilità tattile e dolorifica superficiale
S3+	Come S3, in più recupero parziale della capacità discriminativa di due punti distinti
S4	Recupero completo

Risultato	n° casi	% casi
S3	7	15,6%
S3+	16	35,6%
S3	13	28,8%
S2	9	20%
S1	-	-
S0	-	-

superstiti. Non utilizziamo di routine il microscopio, ma occhiali con ingrandimento ottico 4X. Se vi erano lesioni vascolari associate si effettuava terapia con Aspirinetta® 1 cp al dì e Vasosuprina® 1 cp x 2/die per 7 giorni.

Alla fine dell'intervento veniva applicata stecca gessata con atteggiamento in lieve flessione del

polso per diminuire la tensione delle strutture riparate, e a tre settimane veniva applicato tutore tipo Kleinert (Fig. 2) per iniziare la mobilizzazione delle dita. La fisiokinesiterapia iniziava a tre settimane, rimuovendo il tutore per effettuare esercizi di mobilizzazione passiva, mentre la mobilizzazione attiva e contro resistenza iniziava a 35 giorni. Quando ritenuto necessario si effettuavano massaggi di scollamento e frizioni della ferita con pomate cortisoniche e con colla di zinco. La fisioterapia si prolungava fino al consolidamento del recupero ottenuto. In caso di lesioni nervose associate si associava quasi costantemente (35 su 40 dei pazienti trattati) terapia con campi magnetici pulsati ad onde quadre con solenoidi contrapposti (intensità del campo magnetico di 30 Gauss, frequenza di 50 Htz) per circa 4-6 ore al giorno (continue o più spesso frazionate in sedute distinte di due ore), in accordo alle esperienze della nostra scuola (2).

Per tutti i pazienti veniva valutato il recupero ottenuto esaminandone: forza di presa con dinamometro, escursione articolare delle dita secondo scheda di valutazione di Stryckland (3), sensibilità secondo Highbet-Zachary (4), sudorazione, presenza di fenomeni di Tinel, qualità della cicatrice, trofismo cutaneo e valutazione arteriosa con ecodoppler.

Nella nostra casistica la lesione del mantello cutaneo aveva una certa estensione solo in tre casi, dove il trauma da schiacciamento aveva comportato la mortificazione cutanea con guarigione per seconda intenzione, senza però dover ricorrere all'utilizzo di lembi: riteniamo pertanto che questo aspetto nella nostra casistica non abbia alcun valore statistico.

RISULTATI

Nella revisione dei nostri pazienti abbiamo preferito dividere i risultati per le singole dita esaminate piuttosto che per il numero dei pazienti, i quali spesso avevano più dita colpite a livelli diversi, rendendo difficoltosa la possibilità di rendere omogenea qualsiasi valutazione di risultato; una valutazione a parte è stata effettuata per i tre casi con lesione nervosa e tendinea associata in zona 5 ("spaghetti wrist").

Per la forza di presa abbiamo avuto solitamente un buon recupero, con forza di presa simile al lato controlaterale al dinamometro, tranne due casi dove erano state interessate dalla lesione due dita adiacenti.

Per l'escursione articolare delle 45 dita in esame secondo la classificazione di Stryckland (3) abbiamo avuto 22 casi eccellenti, 12 buoni, 7 mediocri e 4 cattivi (Tab. 1).

Per le 45 dita la valutazione sensitiva secondo Highet-Zachary (4) abbiamo avuto 7 casi con risultato S4, 16 con risultato S3+, 13 con risultato S3, 9 con risultato S2 (Tab. 2).

La sudorazione era simile alle dita non lesionate in 25 casi, con lieve secchezza della cute in 8 casi ed anidrosi in 12 casi.

In due dita si osservava fenomeno di Tinel, motivo di un certo fastidio, ma senza richiesta del paziente di dover effettuare un nuovo intervento per ovviare a tale sintomatologia.

Nelle tre lesioni in zona 5 il nervo mediano aveva riportato la sezione completa al polso, mentre i flessori delle dita avevano riportato sia lesioni complete che parziali. Se era positiva la ripresa funzionale con 2 casi buoni ed uno mediocre secondo Stryckland (3), per la ripresa sensitiva secondo Highet-Zachary (4) si avevano risultati alterni, con ripresa S4 in un dito e S0 o S1 nel dito adiacente. In ogni caso per un totale di 12 dita denervate si aveva ripresa S4 in 1 dito, S3+ in 3 dita, S3 in 3 dita, S2 in 1 dito, S1 in 2 dita e S0 in 2 dita. Va segnalato che in questi casi la lesione era stata riportata in occasione di autolesioni per tentato suicidio, con ripetuta sezione del nervo a diversi livelli da parte della lama in 2 casi.

Per le 45 lesioni digitali abbiamo effettuato l'esame doppler in 34 casi, con conferma del ripristino della pervietà dell'arteria in 28 casi (82,7%). Le 6 dita dove la pervietà dell'arteria non era stata ripristinata erano di numero così ridotto da non sentirci di trarne conclusioni prognostiche di valore statistico circa il trofismo e la qualità di reinervazione del dito, anche se costante era l'impressione di una maggior tumefazione e rigidità articolare, oltre che di un peggior trofismo cutaneo: in ogni caso in tutte queste 6 dita il recupero era parso sempre più lento e difficoltoso.

La forza di presa era significativamente diminuita in un caso di lesione totale dei flessori al polso, mentre negli altri due casi la differenza di forza di presa al dinamometro non era significativa.

DISCUSSIONE

Le lesioni combinate rappresentano circa il 60% delle lesioni che possono giungere ad una struttura deputata al trattamento in urgenza di lesioni traumatiche della mano (5) eppure non molto si trova in letteratura su questo argomento. La letteratura che siamo stati in grado di esaminare infatti concentra la propria attenzione sul trattamento delle singole strutture lesionate (tendini flessori o nervi in primo luogo) o sui reimpianti digitali. La letteratura più specifica sull'argomento dunque è scarsa e stranamente la maggior parte proviene dall'est dell'Europa, per cui non ha avuto grossa diffusione in campo europeo od internazionale (6-9). Il poco che abbiamo trovato nella letteratura del mondo occidentale spesso non riporta casistiche consistenti e tantomeno confortanti: ad esempio Büchler (1) esamina solo 13 casi, tra l'altro associati a frattura della falange, indicando una percentuale di cattivi risultati attorno al 50%, imputabile alle lesioni nervose ed ad un diminuito apporto sanguigno.

Le lesioni combinate hanno problematiche e prognosi diverse dalle lesioni distinte di queste strutture, così come diversi sono i problemi da affrontare nei reimpianti digitali, dove l'irrorazione del segmento distale è completamente assente se si associa l'interruzione completa del segmento scheletrico in esame.

Se da una parte le lesioni combinate possono essere considerate di minore gravità per prognosi rispetto ai reimpianti, è anche vero che esse sono molto frequenti nella pratica quotidiana, con un enorme impatto epidemiologico, lavorativo e sociale, lesioni che più o meno tutte le postazioni deputate all'accoglimento di pazienti in regime di urgenza possono trovarsi ad affrontare, dal centro superspecialistico alla struttura più decentrata. Poiché l'irrorazione del dito viene considerata suffi-

ciente raramente queste lesioni vengono dirottate verso centri specialistici, per cui vengono spesso trattate e talora bistrattate in periferia.

Riteniamo infatti che un corretto trattamento di queste lesioni richiede capacità tecniche ed utilizzo di tecniche microchirurgiche per poter conseguire risultati apprezzabili, non solo per il recupero della sensibilità delle dita, ma anche per ripristinare al meglio l'escursione articolare e la fluidità dei movimenti della mano.

Noi riteniamo che tutte le strutture lese vadano riparate, ed in un tempo unico, in accordo a quanto già espresso da Foucher (10). La riparazione delle singole strutture in un unico tempo e possibilmente in urgenza viene sentita come una necessità da chi si occupa correntemente di chirurgia della mano, e tale atteggiamento è confortato in letteratura dal lavoro di Kodin basato su un'ampia casistica (9) dove veniva registrato un peggior risultato funzionale (per escursione articolare attiva, irrorazione sanguigna, sensibilità e comparsa di dolore alla richiesta funzionale prolungata del dito in esame) nel 15% dei casi dove alla lesione del tendine flessore si associava quella di un fascio vascolo-nervoso, rispetto alla lesione isolata di queste strutture. È pertanto scorretto pensare solo alla tenorrafia ed ignorare l'arteria collaterale, o peggio ancora il nervo collaterale digitale. Ricordiamo che una riparazione nervosa in un secondo tempo presenta maggiori difficoltà tecniche e sicuramente peggiori risultati (11): un reintervento in un secondo tempo infatti, su una cicatrice detraente e che ingloba i monconi del nervo, può addirittura costringere alla necessità di innesti nervosi, gravati da prognosi decisamente peggiori.

Tutte le strutture lese vanno riparate anche perché la riparazione nervosa ed arteriosa correttamente eseguite interagiscono positivamente a vicenda sulla qualità del recupero che è possibile ottenere (12-14).

La denervazione digitale infatti interferisce sulla qualità della circolazione residua, ed al tempo stesso la scarsa irrorazione va ad intaccare la normale innervazione del dito ed ancor di più la capacità di rigenerazione dopo una sutura nervosa (11-14). Inoltre è noto che un tendine riparato in una sede

scarsamente irrorata guarirà con maggior difficoltà e soprattutto con grossolane difficoltà nello scorrimento (1).

Se la lesione di una arteria collaterale non viene riparata solitamente il dito sopravvive senza successivo sviluppo di gangrena, ma questo non è un motivo per soprassedere alla sua riparazione: il fisiologico apporto vascolare del dito infatti ne garantisce le migliori performances in ogni condizione manuale, lavorativa e climatica.

A sostegno della necessità di ripristinare al meglio la vascularizzazione ricordiamo poi che alcuni vasi hanno un ruolo fondamentale e talora insostituibile nella sanguificazione di un segmento: a tale proposito ricordiamo che per il pollice la vascularizzazione è data per il 60% dalla arteria collaterale ulnare, per il 2° dito per l'80% dalla arteria collaterale ulnare, mentre per 4° e 5° dito questa proporzione si rovescia a favore della arteria collaterale radiale; per il terzo dito invece esistono notevoli variazioni individuali (15).

Se la lesione arteriosa interessa il vaso predominante per percentuale di apporto ematico un deficit di vascularizzazione nel tempo comporterà facilmente spiacevoli disturbi come la cianosi all'esposizione al freddo, tumefazioni e conseguenti rigidità articolari: tali disturbi si accentueranno se la qualità dell'albero arterioso non era ottimale già al momento del trauma (fumatori, pazienti con ipercolesterolemia, pazienti anziani).

Dall'esame della nostra casistica la scelta di effettuare costantemente la riparazione di tutte le strutture lesionate ha ripagato generalmente le aspettative del chirurgo. In effetti non abbiamo osservato disturbi trofici importanti da scarsa irrorazione o da denervazione, con fenomeni di Tinel trascurabili; al tempo stesso abbiamo osservato in genere una buona performance degli apparati flessori per forza ed escursione articolare, che non si sono dimostrati nella valutazione a distanza penalizzati dalla scelta di mantenere immobili le dita per tre settimane (tempo secondo noi necessario per evitare di mobilizzare e danneggiare le suture nervose).

La fisioterapia effettuata con mobilizzazioni passive ed utilizzo di apparecchio tipo Kleinert a partire dalla terza settimana, con associati massag-

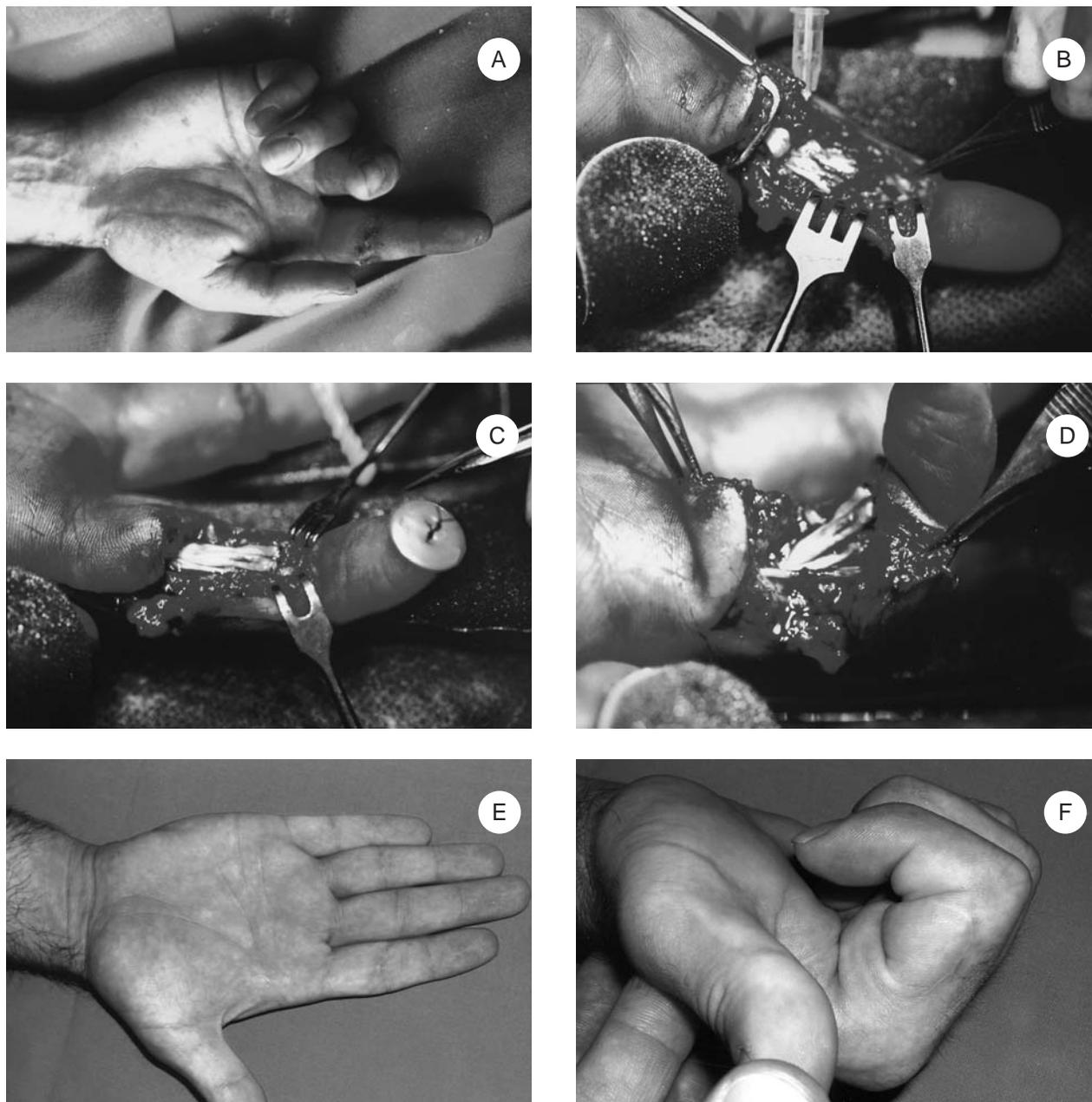


Figura 3. CM, 33 anni, musicista rock professionista (tastierista). Lesione da taglio con coltello da cucina in zona 2. A) Aspetto pre-operatorio. B) Lesione completa del flessore superficiale, del flessore profondo e del fascio vascolo-nervoso radiale. C) Reinserzione del flessore superficiale e pull-out secondo Mantero per il flessore profondo. D) Riparazione arteriosa. E, F) Ottimo recupero con sensibilità S4, buon trofismo cutaneo, escursione articolare eccellente secondo Stryckland.

gi di scollamento della ferita e magnetoterapia per le lesioni nervose rientra nel nostro protocollo abituale: va comunque sottolineato che giovane età e motivazione del paziente rappresentano un fattore prognostico favorevole (Fig. 3).

Le lesioni al palmo sono sicuramente motivo di grave limitazione se non correttamente diagnosticate e trattate. Esse vanno costantemente ed attentamente revisionate: infatti se è semplice valutare la perdita della sensibilità delle dita dopo la sezione di un ner-

vo collaterale, è molto più difficile apprezzare lesioni della branca motoria del nervo mediano o del nervo ulnare, così come lesioni multiple palmari dove spesso il paziente non sa dare una completa valutazione della sensibilità, e ciò è ancora più vero per lesioni riportate da bambini o da soggetti psicolabili (come ad esempio nei tentativi di suicidio, dove spesso il paziente si chiude in un mutismo ed in una insofferenza di fronte a qualsiasi esame e/o domanda sulle modalità lesive e sulla sensibilità).

BIBLIOGRAFIA

1. Büchler U, Hastings MH. Combined injuries. Da *Operative hand Surgery*, Green D P Ed., 1563-85, Churchill Livingstone Ed, Edinburgh 1993
2. Marchetti N, Barbieri E, Guido G, Lisanti M: *Magnetoterapia in Ortopedia*, Aulo Gaggi Ed., Bologna, 1988
3. Stryckland JW. Flexor tendon repair. *Hand Clin* 1985; 1: 69-76
4. Zachary RB, Holmes W. Primary suture of nerves. *Surg Gynecol Obstet* 1946; 86: 632-8
5. Büchler U. Traumatic soft tissue defects of the extremities. Implications and treatment guidelines. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; 109: 321-9
6. Miguleva I. Primary plastic surgery of flexor tendons and nerves in combined injuries to proximal segments of the fingers. *Sov Med* 1988; 4: 50-3
7. Blandinskii VF, Komarevtsev VD, Fornareva NV. Restoration of the function of the hand after combined injuries of the flexor tendons, nerves and arteries of the distal part of the forearm in children. *Ortop Travmatol Protez* 1989; 1: 7-9
8. Govenko FS. Combined injuries to the nerves and vessels in children. *Zh Vopr Neurokhir* 1989; 6: 12-4
9. Kodin A. Associated injuries of flexor tendons. 7th Congress of the International Federation of the Hand (IFFSH), 1998; 357-61, Monduzzi Editore, Bologna
10. Foucher G, Merle M, Michon J. Traitment "Tout en un temps" des traumatismes complexes de la main avec mobilization precoce. *Ann Chir* 1977; 31: 1059-63
11. Merle M, Amend P, Bour P, Foucher G, Michon J. Microsurgical repair of peripheral nerve lesions. A study of 150 injuries of the median ad ulnar nerve. *Periph Nerve Rep Regen* 1986; 2: 17-26
12. Gelberman RH, Urbaniak JR, Bright DS, Levin LS. Digital sensibility following replantation. *J Hand Surg* 1978; 3: 313-9
13. Foucher G, Lanzetta M. Il ruolo della microchirurgia vascolare nei traumatismi acuti della mano. *Min Ort* 1994; 45: 225-31
14. Michon J, Moberg E. Les lésions traumatiques des nerfs peripheriques. *Monographies du GEM*, 12th ed, Paris, Expansion, 1979
15. Lvov SE, Kodin AV. Changes in diameter of palm digital arteries of the hand. *Archiv Anatom Histol* 1991; 9: 38-41