

Chirurgia della Mano

CHIRURGIA E RIABILITAZIONE DELLA MANO DELL'ARTO SUPERIORE E MICROCHIRURGIA

Organo ufficiale della Società Italiana di Chirurgia della Mano


Edizioni Medico Scientifiche

Osteosintesi endomidollare nelle fratture distali del radio

Un nuovo modello biomeccanico per la valutazione della stabilità delle placche volari a stabilità angolare per radio distale

The "clasp-knife phenomenon" as unusual cause of trigger finger

Trattamento di neuromi dolorosi in continuità del nervo mediano con lembi perforanti adipofasciali

Trattamento chirurgico per la compressione del nervo ulnare al gomito: difficile restituito ad integrum clinica con soddisfacente outcome

Le lesioni del nervo radiale nelle fratture diafisarie di omero: revisione della letteratura e algoritmo di trattamento

Cuscinetti articolari dorsali nella malattia di Dupuytren. Revisione della letteratura ed analisi della nostra casistica

Cuffia muscolare di vasto laterale come protezione ai vasi perforanti del lembo di anterolaterale di coscia per la mobilizzazione precoce nella ricostruzione dell'arto superiore

Versatility of Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator (SCIP) flap in hand reconstruction

An arthroscopic and open approach with vital dye injection allows diagnosis and treatment of recurrent ganglia and synovial sinuses of the wrist. Technical note. A novel proposal for a safe approach to synovial rheumatoid wrist fistulas

Distal radial fracture with radioulnar joint dislocation, ulnar head exposed and ulnar styloid fracture

Il morbo di Kienböck: esperienza di trattamento con sostituto osseo e PRP

Il trattamento con sistemi capacitivi di ultima generazione nelle fratture e pseudoartrosi del polso e della mano. Nuova metodica di applicazione con tutore statico-modulare

La rigenerazione nervosa mediante i nanotubi di carbonio (Ricerca sperimentale preliminare in vitro)

La mano, il cervello, la mente





IGEA

Il nostro impegno
non conosce ostacoli.

Ricerca, rigore scientifico e serietà professionale sono i valori IGEA. Dal 1980 IGEA studia l'applicazione di stimoli fisici a sistemi biologici per favorire la riparazione, il recupero e la protezione di ossa e cartilagini: la Biofisica Ortopedica. Tanti prodotti di successo clinicamente dimostrato testimoniano il nostro percorso, che oggi ci vede impegnati anche nello sviluppo della Biofisica Oncologica: l'obiettivo è offrire al paziente una terapia efficace, sicura, di semplice utilizzo e con minimi effetti collaterali. Un nuovo traguardo del nostro impegno di ricerca quotidiana.

30 anni di collaborazione con il mondo medico.

BIOSTIM 







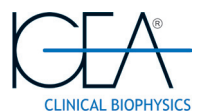
I-ONE terapia




Numero Verde
800.990053


da cellulare
059.699600

info@igeamedical.com | www.igeamedical.com


IGEA®
CLINICAL BIOPHYSICS



Chirurgia della Mano

CHIRURGIA E RIABILITAZIONE DELLA MANO DELL'ARTO SUPERIORE E MICROCHIRURGIA

Organo ufficiale della Società Italiana di Chirurgia della Mano

DIREZIONE GENERALE

Direttore Generale
Fabrizio Schieroni

DIREZIONE EDITORIALE

Editing Manager
Gianpiero Garnero

Editing

Federica Cau

Redazione Tecnica

Daniela Cellino

MARKETING E PUBBLICITÀ

Direzione Marketing
Gianpiero Garnero

Responsabile Area ECM

Federica Cau

Abbonamento annuo

Italia privati € 35,00
Estero privati € 40,00
Istituzioni Italia € 35,00
Estero Istituzioni € 45,00

Fascicolo singolo € 25,00
Fascicolo arretrato € 32,00

online

www.cgems.it - Fax 011/3852750
Ufficio abbonamenti 011/375738

Finito di stampare il 30/09/2014
da Reggiani S.p.A.
Brezzo di Bedero, VA

©2014 by C.G. Edizioni
Medico Scientifiche s.r.l. - Torino
Autorizzazione del Tribunale
di Padova - n. 890 del 14-05-1985



C.G. Edizioni Medico Scientifiche

Via Piedicavallo, 14 - 10145 Torino
Tel. 011338507 - Fax 0113852750
e-mail: cgems.redazione@cgems.it

COMITATO DI REDAZIONE

Direttore Responsabile
Riccardo Luchetti

Responsabile Redazione Scientifica

Franco Bassetto

COMITATO DI REDAZIONE

Franco Bassetto
Teresa Benigno
Amedeo Bini
Mario Cherubino
Ombretta Spingardi
Federico Tamborini
Ilaria Tocco Tussardi

ITALIAN SCIENTIFIC BOARD

Mario Igor Rossello
Giorgio Pajardi
Bruno Battiston
Augusto Marcuzzi
Nicola Felici
Aurelio Portincasa
Massimo Ceruso
Sandra Pfanner

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

C. Dumontier, Francia
R. Giunta, Germania
M. Wustner, Germania
C. Leclerq, Francia
A.V. Georgescu, Romania
T. Stamate, Romania
P.C. Amadio, Stati Uniti
M. Rizzo, Stati Uniti
D. Warwick, Gran Bretagna
D. Lalonde, Canada
M. Merle, Lussemburgo

REDAZIONE

Inviare i lavori al seguente indirizzo:
Redazione "Chirurgia della Mano"
c/o C.G. Edizioni Medico Scientifiche s.r.l.
Via Piedicavallo, 14 - 10145 Torino
cgems.redazione@cgems.it
www.cgems.it

CONSIGLIO DIRETTIVO SICM

Presidente
Riccardo Luchetti

Vicepresidente
Roberto Adani

Past President
Giorgio Pajardi

Segreteria Presidente
Roberto Cozzolino

Consiglieri
Andrea Atzei
Antonio Castagnaro
Michele Colonna
Massimo Corain
Alberto De Mas
Mauro Fusco
Alberto Lazzarini
Sandra Pfanner

Tesoriere
Michele D'Arienzo

Segretario
Giancarlo Caruso

Probiviri
Pierluigi Tos
Paolo Ghiggio
Mario Cherubino

Revisori dei Conti
Laura Martini

Federica Bergamin
Bruno Breda

Delegato F.E.S.S.H.
Aurelio Portincasa

Delegato I.F.S.S.H.
Bruno Battiston



Member of the Federation of the European Societies for Surgery of the Hand (FESSH)



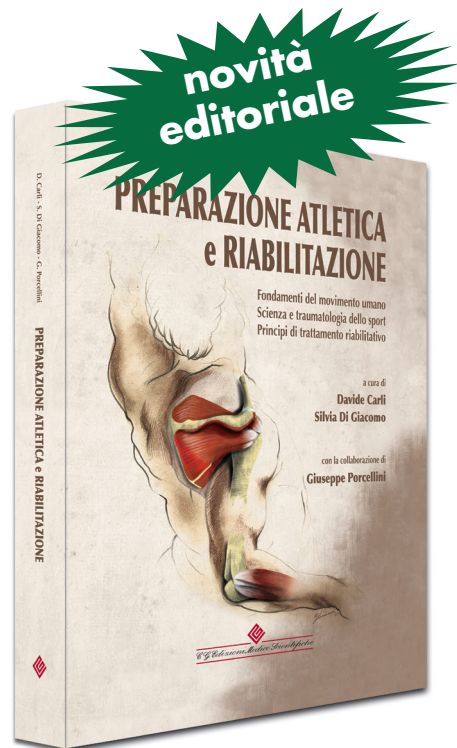
Member of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH)

Preparazione atletica e riabilitazione

Fondamenti del movimento umano, Scienza e traumatologia dello sport, Principi di trattamento riabilitativo

Riabilitazione, chirurgia, chinesiologia, preparazione atletica, nutrizione ed equilibrio psico-fisico. Questi i principali argomenti trattati in modo approfondito con l'ausilio di oltre 2500 fra grafici, tabelle e immagini a colori che illustrano il corretto svolgimento degli esercizi.

Dai meccanismi energetici al trattamento pratico per ottenere l'aumento delle performance, la correzione della biomeccanica di movimento, la preparazione atletica, la riabilitazione post trauma e post operatoria, l'ottimizzazione della gestione alimentare e la valutazione degli aspetti commerciali e legali legati ad attività imprenditoriali nell'ambito sportivo.



Sintesi del piano dell'Opera

- Cap. 1. Prevenzione, cura, riabilitazione: quando il corpo corre, quando s'incepisce
 - Cap. 2. Il muscolo, il motore della macchina umana
 - Cap. 3. I sistemi energetici come variano in funzione della frequenza cardiaca
 - Cap. 4. L'importanza delle varie metodiche di stretching e il trattamento della fascia
 - Cap. 5. La propriocettività e la sua importanza nella prevenzione degli infortuni e performance sportiva
 - Cap. 6. L'esame chinesiologico: l'ABC per una corretta pratica sportiva
Appendice. Una nuova concezione di valutazione e trattamento
 - Cap. 7. Allenamento con i pesi
 - Cap. 8. La preparazione atletica con l'allenamento funzionale
 - Cap. 9. L'importanza della preparazione atletica: un modello specifico per gli sport da combattimento
 - Cap. 10. La gestione alimentare nello sportivo
 - Cap. 11. Sport e diabete sono compatibili? Le doverose attenzioni di un atleta diabetico
 - Cap. 12. Prevenzione e trattamento della spalla
L'evoluzione della terapia effettuata con laser nel trattamento dei traumi sportivi
 - Cap. 13. Anatomia e traumatologia del gomito
 - Cap. 14. La patologia dell'anca nel giovane
 - Cap. 15. Prevenzione e trattamento della lesione del LCA
 - Cap. 16. Le lesioni della cartilagine
 - Cap. 17. Prevenzione e trattamento delle lesioni dell'apparato estensore del ginocchio
 - Cap. 18. Prevenzione e trattamento delle lesioni in inversione di caviglia nell'atleta
 - Cap. 19. Articolazioni fragili: traumatologia del polso negli sport da combattimento, prevenzione e trattamento
 - Cap. 20. Considerazioni sulla ginnastica in estensione
 - Cap. 21. Il ruolo dell'acqua nel controllo dei disordini posturali a carico dell'arto superiore ed inferiore
 - Cap. 22. Il massaggio sportivo
 - Cap. 23. La riabilitazione psicologica post traumatica negli infortuni sportivi
 - Cap. 24. La scelta dell'esame strumentale
 - Cap. 25. Infortuni in palestra, niente panico: nozioni di primo soccorso
 - Cap. 26. Il personal trainer, una figura professionale non ancora riconosciuta
 - Cap. 27. Aspetti legali di responsabilità nell'ambito dell'attività sportiva
- Bibliografia

Davide Carli

Chinesiologo e preparatore atletico

Silvia di Giacomo

Fisioterapista osteopata
D.O.M.R.O.I., diplomata ISEF

con la collaborazione di
 Giuseppe Porcellini

Direttore U.O. chirurgia
spalla e gomito
Ospedale D. Cervesi,
Cattolica (RN)

SCHEDA TECNICA

19,5 x 27 cm • 800 pagine
oltre 2500 immagini a colori
ISBN 978-88-7110-333-4
Prezzo di listino: € 89,00




Edizioni Medico Scientifiche

Via Piedicavallo, 14 - 10145 Torino
www.cgems.it

Sommario

TRAUMATOLOGIA DELLA MANO ED ARTO SUPERIORE

- 5 OSTEOSINTESI ENDOMIDOLLARE NELLE FRATTURE DISTALI DEL RADIO
Paolo Ghiggio, Andrea Devecchi, Marco Pettiti, Luigi Trifilio, Gabriella. Nobile
- 10 UN NUOVO MODELLO BIOMECCANICO PER LA VALUTAZIONE DELLA STABILITÀ DELLE PLACCHE VOLARI A STABILITÀ ANGOLARE PER RADIO DISTALE
Amos Maria Querenghi, Adrian Spiegel, Nikolaus Pochlatko, Nicola Portinaro, Alberto Lazzerini

CHIRURGIA TENDINEA

- 19 THE “CLASP-KNIFE PHENOMENON” AS UNUSUAL CAUSE OF TRIGGER FINGER
Ombretta Spingardi, Dominique Le Viet

CHIRURGIA DEI NERVI

- 23 TRATTAMENTO DI NEUROMI DOLOROSI IN CONTINUITÀ DEL NERVO MEDIANO CON LEMBI PERFORANTI ADIPOFASCIALI
Roberto Adani, Pierluigi Tos, Eleonora Morandini, Vito Zanella
- 31 TRATTAMENTO CHIRURGICO PER LA COMPRESIONE DEL NERVO ULNARE AL GOMITO: DIFFICILE RESTITUTIO AD INTEGRUM CLINICA CON SODDISFACENTE OUTCOME
Amedeo Bini, Luca Monestier, Nicolò Migliavacca, Giorgio Pilato
- 39 LE LESIONI DEL NERVO RADIALE NELLE FRATTURE DIAFISARIE DI Omero: REVISIONE DELLA LETTERATURA E ALGORITMO DI TRATTAMENTO
Teresa Benigno, Pierluigi Tos, Bruno Battiston

CHIRURGIA DEI TESSUTI MOLLI

- 47 CUSCINETTI ARTICOLARI DORSALI NELLA MALATTIA DI DUPUYTREN. REVISIONE DELLA LETTERATURA ED ANALISI DELLA NOSTRA CASISTICA
Augusto Marcuzzi, Hakan Obzen, Mario Lando, Antonia Russomando, Agnese Puzzo

MICROCHIRURGIA

- 53 CUFFIA MUSCOLARE DI VASTO LATERALE COME PROTEZIONE AI VASI PERFORANTI DEL LEMBO DI ANTEROLATERALE DI COSCIA PER LA MOBILIZZAZIONE PRECOCE NELLA RICOSTRUZIONE DELL'ARTO SUPERIORE
Mario Cherubino, Igor Pellegatta, Anna Minuti, Francesca Maggiulli, Luigi Vadatta
- 58 VERSATILITY OF SUPERFICIAL CIRCUMFLEX ILIAC ARTERY PERFORATOR (SCIP) FLAP IN HAND RECONSTRUCTION
Paolo Cortese, Federico Tamborini, Paola Bortot, Giorgio Eugenio Pajardi

CHIRURGIA ARTICOLARE

- 66 AN ARTHROSCOPIC AND OPEN APPROACH WITH VITAL DYE INJECTION ALLOWS DIAGNOSIS AND TREATMENT OF RECURRENT GANGLIA AND SYNOVIAL SINUSES OF THE WRIST
TECHNICAL NOTE
A NOVEL PROPOSAL FOR A SAFE APPROACH TO SYNOVIAL RHEUMATOID WRIST FISTULAS
Michele R Colonna, Carmelo Crisafulli, Ferdinando Stagno d'Alcontres, Loris Pegoli, Giovanni Risitano, Giorgio E Pajardi, Francesco Stagno d'Alcontres
- 68 DISTAL RADIAL FRACTURE WITH RADIOULNAR JOINT DISLOCATION, ULNAR HEAD EXPOSED AND ULNAR STYLOID FRACTURE
Luigi Tarallo, Raffaele Mugnai, Roberto Adani
- 71 IL MORBO DI KIENBÖCK: ESPERIENZA DI TRATTAMENTO CON SOSTITUTO OSSEO E PRP
Antonella Conti, Antonio D'Arienzo, Salvatore Mannino, Gabriele Salomone, Michele D'Arienzo

RIABILITAZIONE

- 76 IL TRATTAMENTO CON SISTEMI CAPACITIVI DI ULTIMA GENERAZIONE NELLE FRATTURE E PSEUDOARTROSI DEL POLSO E DELLA MANO. NUOVA METODICA DI APPLICAZIONE CON TUTORE STATICO-MODULARE
Pier Paolo Borelli

RICERCA

- 77 LA RIGENERAZIONE NERVOSA MEDIANTE I NANOTUBI DI CARBONIO (RICERCA SPERIMENTALE PRELIMINARE IN VITRO)
Messina Antonino, Raimondo Stefania, Mangione Alfonso, Basiricò Lucia, Geuna Stefano, Messina Jane Christiane

CULTURA

- 84 LA MANO, IL CERVELLO, LA MENTE
Franco Mazzoleni

OSTEOSINTESI ENDOMIDOLLARE NELLE FRATTURE DISTALI DEL RADIO

Paolo Ghiggio, Andrea Devecchi, Marco Pettiti, Luigi Trifilio, Gabriella Nobile
SOC Ortopedia e Traumatologia, Chirurgia della mano, ASLTO4 Ivrea Cuornè

Referente

Dott. Paolo Ghiggio - Tel. 0125414315 - E-mail: paologhiggio@virgilio.it

ENDOMEDULLARY FIXATION OF THE DISTAL RADIUS FRACTURES

SINTESI

Le fratture distali del radio possono essere trattate in modo conservativo o chirurgico. Il primo espone ad un'alta percentuale di dislocazioni secondarie. Se si sceglie il trattamento chirurgico va privilegiata la stabilità e la semplicità del sistema. Scopo del lavoro è analizzare l'esperienza degli autori nel trattamento delle fratture distali del radio con un chiodo endomidollare bloccato.

Materiali e metodi. Il chiodo *Targon DR* è un sistema da definirsi ibrido, presentando le caratteristiche di una placca e quelle di un chiodo bloccato. La casistica si riferisce a 38 pazienti con fratture classificate secondo AO: 23-A2: 18; 23-A3: 9; 23-B1: 5; 23-B3: 3; 23-C1: 1; 23-C2: 2. Tutti i pazienti sono stati valutati secondo il Mayo Wrist Score con risultati soddisfacenti (87.5 media).

Conclusioni. Il sistema impiegato offre garanzie di stabilità, miniinvasività, facilità di applicazione, consentendo una rapida mobilizzazione del polso, evitando i rischi di complicanze legate alle viti delle placche, specie a carico dell'apparato tendineo.

Parole chiave: fratture radio, trattamento chirurgico, sistema endomidollare

SUMMARY

Fractures of the distal radius receive surgical treatment in more and more cases since the conservative therapy is characterized by a high rate of secondary dislocation after the primarily successful closed reposition of the fracture. When choosing the operating method, the assessment of the stability, and thus the correct classification of the fracture, is an important factor. Fractures with a metaphyseal comminution zone, especially accompanied by osteoporosis, can benefit from an internal osteosynthesis procedure that ensures stable retention. The series of patients are 38 cases, classified with AO (23-A2: 18; 23-A3: 9; 23-B1: 5; 23-B3: 3; 23-C1: 1; 23-C2: 2). The Mayo Wrist Score results were good, with a range 87.5.

The *Targon DR* is inserted in the medullary cavity. It was developed with the aim of reducing the approach-related morbidity, but also of ensuring stable osteosynthesis. The system is a plate-and-nail hybrid system. Thanks to the special geometry and the simple, yet safe operating technique, intramedullary osteosynthesis finally can be applied to the most common fracture in humans, too.

Keywords: distal radius fractures, surgical treatment, endomedullary system

INTRODUZIONE

Il trattamento di una parte delle fratture distali del radio ha subito una notevole evoluzione migliorativa con l'uso delle placche a stabilità angolare, siano esse dorsali o volari. È infatti indubbio che la mobilizzazione precoce sortisce ad esiti anatomofunzionali del tutto superiori rispetto al passato. Nel 2005 Orbay [1] pubblicò i suoi primi risultati con l'uso di un particolare chiodo bloccato: il sistema di sintesi per via dorsale DNP. Questo mezzo è davvero particolare e fuori dagli schemi. È in sostanza un sistema ibrido formato da un chiodo, che, inserito dorsalmente, sostiene e fissa ad una placca i frammenti scheletrici fratturati mediante viti bloccate. Ha un'indicazione particolare e specifica: è stato prodotto per le fratture a dislocazione dorsale tipo Colles, possibilmente non articolari, per soggetti anziani con scarsa qualità ossea e che necessitano di una pronta riabilitazione. Importante è la distanza del bordo articolare dorsale dalla rima di frattura: deve essere almeno di 2 cm ovvero deve risultare ai limiti del tubercolo di Lister. Il profilo complessivo del sistema è ridotto a placca nella parte che rimane esterna ed un segmento prossimale che entra come un chiodo nel canale del radio distale. Un centratore permette di applicare le viti per via percutanea.

Fattori della tecnica di inchiodamento nei vari segmenti, per la sua ridotta invasività, ci siamo rivolti negli ultimi anni anche noi all'uso di un sistema endomidollare, a nostro parere più versatile, perché al di fuori del distretto dorsale, dove appunto la conformazione anatomica del radio (tubercolo di Lister) pone dei limiti di impiego al sistema DNP. Il chiodo *Targon DR*, infatti, inserito per via laterale, consente la sintesi delle fratture con interessamento non articolare (AO: A2, A3) e articolare, pur con rima longitudinale senza grossi scalini articolari (AO: B21, B3, C11). Il sistema praticamente è di conformazione mista: distalmente risulta appiattito e prossimalmente è fusiforme. È di facile introduzione: nel segmento a sede epifisaria vi sono 4 viti sui vari piani dello spazio e, nel tratto diafisario, cioè nel chiodo vero e proprio, due viti di blocco di diametro maggiore. Il manipolo di guida viene fissato con un foro filettato all'apice distale.

MATERIALI E METODI

Naturalmente il trattamento in gesso ha ancora una sua validità, seppure limitata ai pazienti ancora giovani con fratture stabili. Scopo del trattamento deve essere quello di ottenere una riduzione stabile e ana-

tomica, ricorrendo a volte anche ad un'assistenza arthroscopica. Le fratture instabili [2,3] hanno ormai indicazione chirurgica, che peraltro è imperativa nelle scomposizioni secondarie [4]. In questi casi la placca di stabilità angolare ha un ruolo fondamentale, sia essa applicata per via volare o dorsale o in alcuni casi, in cui si richiede accurata riduzione del regione radio ulnare, in associazione. Non vanno dimenticati i sistemi percutanei [5] e la fissazione esterna [6] con le corrette indicazioni. Come detto in precedenza la versatilità del mezzo di sintesi da noi descritto, la sua conformazione e posizione consentono un allargamento delle indicazioni anche alle fratture con interessamento articolare, pur con dei limiti nelle tipologie B e C della classificazione AO. Le nostre indicazioni sono dunque le fratture stabili, nei pazienti in cui un'immobilizzazione possa provocare danni secondari (rigidità, aggravamento di un'osteoporosi) o in quelle fratture che rientrano nelle classificazioni, di cui sopra, e con criteri di instabilità (Inclinazione superiore ai 20 gradi sia volare che dorsale, dislocazione superiore ai 2/3 di larghezza diafisaria, accorciamento superiore ai 5 mm, associazione di frattura ulnare).

Nel periodo 2005-2011 abbiamo utilizzato il chiodo *Targon DR* in 38 casi. Il sesso era rappresentato da 25 F e 13 M, l'età variabile dai 21 agli 83 anni. Per quel che riguarda la tipologia delle fratture, classificate secondo AO, si veda la Tab. 1.

In preparazione all'intervento naturalmente vengono eseguite radiografie in due proiezioni e in caso di interessamento articolare una TC per valutare l'affondamento articolare.

Lo strumentario prevede una guida esterna con cannule e fili di Kirschner dedicati di varie misure. Obbligatorio l'uso dell'amplificatore di brillantezza. L'anestesia è plessica nella maggioranza dei casi, la posizione del paziente è supina con l'arto appoggiato su supporto operatorio radiotrasparente, noi usiamo l'ischemia dell'arto (va fatta un'accurata dissezione per proteggere rami sensitivi radiali!).

La tecnica operatoria prevede la riduzione e l'allineamento manuale della frattura. In alternativa può essere impiegato l'apparecchio di trazione applicato al letto operatorio [8]. L'incisione è longitudinale alla regione parastiloidea radiale di circa 40-50 mm. Divaricato il sottocute, si isola il ramo sensitivo del nervo radiale che viene protetto, si apre longitudinalmente la guaina degli estensoabduzioni, si scheletrizza il radio e, controllata la riduzione, si infigge un primo filo guida trans-stiloideo, che servirà da guida

per il primo alesaggio, segue la preparazione della sede per il chiodo, effettuato con tre osteo-profilero progressivamente maggiori di calibro. Inserito il mezzo di sintesi e valutata la sua centratura, si procede all'impianto delle viti distali, ponendo attenzione a non superare il limite distale sotto-articolare con controlli radiografici. Ottenuta la riduzione e la sintesi distale, si procede all'impianto delle viti di blocco prossimali, una o due a seconda della stabilità e del *bone stock* (Fig. 3).

La misurazione della lunghezza delle viti è agevolata da apposite guide millimetriche. Al termine dell'intervento viene valutata la stabilità della sintesi alle manovre dinamiche con amplificatore di brillantezza. Se l'esito è favorevole non viene confezionata immobilizzazione, ma solo bendaggio semirigido da mantenere 12 giorni, fino alla rimozione della sutura e l'avvio precoce alla FKT, con incoraggiamento all'uso della mano, naturalmente evitando attività pesanti contro resistenza e sollevamento di pesi superiori ai 2 kg. Una radiografia di controllo è effettuata a 4 e 8 settimane.

RISULTATI

Per il nostro lavoro i pazienti sono stati controllati con un follow-up variabile da 12 a 24 mesi. Non abbiamo mai rimosso l'impianto se non in due casi: uno di grave reazione allergica, verosimilmente ai metalli, e un caso di mobilizzazione delle viti distali (trattamento successivo con placca volare e innesto osseo). In un caso di frattura del versante radiale alla RUD abbiamo effettuato una sintesi accessoria del frammento mediante una vite dorsale in compressione.

La valutazione a distanza è stata effettuata secondo il Mayo Wrist Score. Il punteggio ottenuto è stato buono, con un valore medio di 87,5 (range 0-100). Nessun paziente ha presentato dolore a riposo. Due pazienti hanno presentato un risultato clinicamente scadente (<65). Un paziente ha riferito modesto dolore correlato alla prono-supinazione dell'avambraccio unitamente ad una minima perdita di altezza radiale. Non sono stati riportati segni di instabilità del polso o della radio-ulnare distale. Tutte le fratture sono guarite dal punto di vista radiografico. Le medie dei parametri radiografici rilevati sono state 20° di inclinazione ulnare (range 17°-30°), 9,5 di tilt volare con range 4-15.

Fra le complicanze, abbiamo avuto, nei risultati scadenti, due sindromi algodistrofiche (CRPS). In tutti i casi osservati, tranne che nel caso di mobilizzazione delle viti distali, vi è stata, come detto, una guarigione radiografica della frattura (Fig. 1, 2), senza pseudoartrosi o limitazioni funzionali importanti (al di fuori dei due casi di CRPS).

L'impiego di viti a decorso orizzontale evita le complicanze non trascurabili a carico dei tendini estensori, conseguenti ad una loro eccessiva lunghezza, come può accadere con placche volari [7].

DISCUSSIONE

Il sistema di sintesi Targon DR si è dimostrato affidabile e ben tollerato dai pazienti non provocando nessun *danno secondario* sull'apparato flessore ed estensore. Il sistema distale con quattro viti è risultato un valido supporto per la superficie radiale a livello del carpo, sempre che non vi sia grave compromissione articolare quali le fratture tipo C2 e C3 della classificazione AO.

Una considerazione va fatta sull'utilizzo del blocco prossimale con due viti di diametro maggiore, fondamentale per il mantenimento della riduzione della frattura e dell'altezza radiale.

CONCLUSIONI

La tecnica da noi descritta, con una rapida mobilizzazione, consente una ripresa precoce dell'uso della mano, tanto da garantire una discreta autonomia dei pazienti alla terza settimana, cosa non trascurabile nei pazienti anziani che vivono soli. Questa ripresa funzionale, prima della consolidazione radiografica, è legata, oltre che alla stabilità dell'impianto anche alla scarsa invasività della tecnica operatoria, senza dubbio meno aggressiva dell'accesso volare previsto per una placca a stabilità angolare.

Tabella 1. Classificazione AO.

| | |
|-------|----|
| 23 A2 | 18 |
| 23 A3 | 9 |
| 23 B1 | 5 |
| 23 B3 | 3 |
| 23 C1 | 1 |
| 23 C2 | 2 |

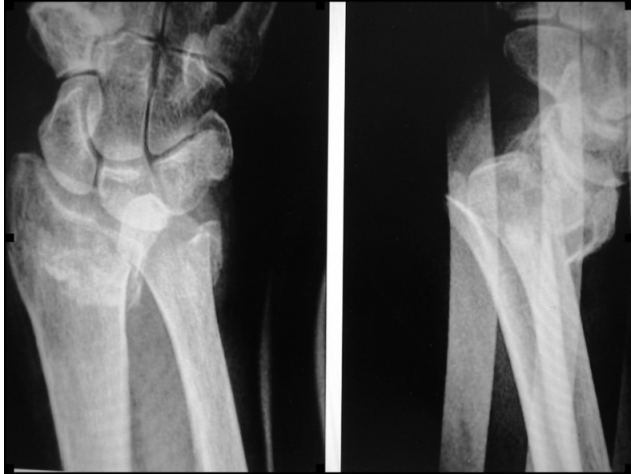


Figura 1. Frattura 23 A2.



Figura 2. Controllo a un anno.



Figura 3. Il sistema durante l'intervento.

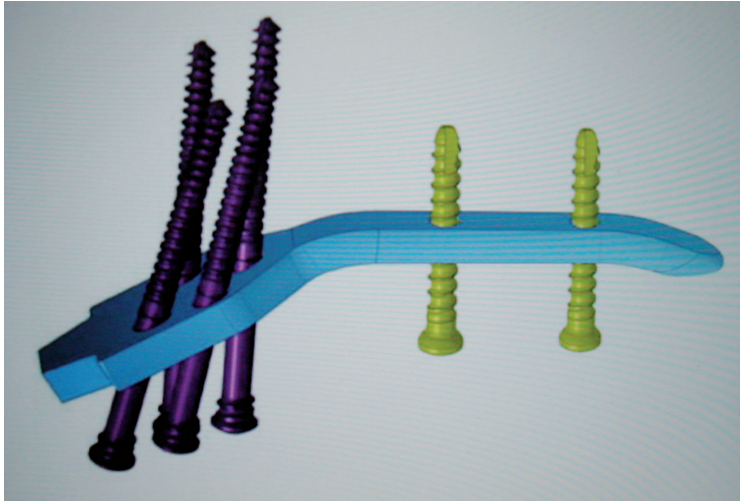


Figura 4. Il sistema completo con le viti di blocco.

BIBLIOGRAFIA

1. Orbay JL, Touhami A, Orbay C. Fixed angle fixation of the distal radius fractures through a minimally invasive approach. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2005; 9: 142-148.
2. Niestedt F, Huber S, Berger W, Obermair A. Il trattamento delle fratture distali del radio con placche e viti. *Lo Scalpello* 2008; 22: 95-101.
3. Cooney WP. *Fractures of the distal radius: overview of diagnosis, classification and treatment considerations*. In: *The Wrist*. Lippincott Williams and Wilkins, 2010, 271-311.
4. Espen D. *Fratture malconsolidate del radio distale*. In: *Trattato di chirurgia della mano*. Verducci, 2007, 246-250.
5. Poggi DS, Tognoni O. *Il sistema Epibloc*. Mattioli, 1995.
6. Corradi M, Rizzo M. *Fissazione esterna nelle fratture extra-articolari*. In: *Le fratture di polso*. Edizioni Medico Scientifiche, Torino, 2011, 59-68.
7. Tarallo L, Adani R. *Il trattamento delle fratture articolari di polso con placca e viti*. *GIOT* 2008; 31: 53-58.
8. Luchetti R, Borrelli PP, Atzei A. *Il trattamento delle fratture di polso con sintesi rigida*. In: AIOD (eds.). *Moderni orientamenti nel trattamento delle fratture*. TiEledia, Milano, 2007.

UN NUOVO MODELLO BIOMECCANICO PER LA VALUTAZIONE DELLA STABILITÀ DELLE PLACCHE VOLARI A STABILITÀ ANGOLARE PER RADIO DISTALE

Amos Maria Querenghi*, Adrian Spiegel**, Nikolaus Pochlatko**, Nicola Portinaro***, Alberto Lazzzerini*

* UO Chirurgia della Mano, Humanitas Clinical and Research Center, Rozzano (Milano)

** Medartis AG, Basilea, Svizzera

*** Clinica Ortopedica, Università degli Studi di Milano

Referente

Alberto Lazzzerini - Via A. Manzoni, 56 - 20089 Rozzano, MI - Tel. 0282244600 - E-mail: alberto.lazzzerini@humanitas.it

A NEW BIOMECHANICAL MODEL FOR THE EVALUATION OF STABILITY OF LOCKING DISTAL RADIUS VOLAR PLATE

SINTESI

Obiettivi. Sviluppare un modello biomeccanico per valutare la stabilità meccanica di una placca a stabilità angolare per le fratture di radio distale e quindi utilizzarlo per confrontare le proprietà meccaniche di diverse combinazioni di viti.

Materiali e metodi. Sono stati prodotti 28 campioni di un modello biomeccanico che rappresentasse una semplificazione geometrica di una frattura tipo C2 (sec. la classificazione AO) del radio distale. Questi campioni sono stati suddivisi in 7 gruppi (di 4 modelli l'uno), ognuno dei quali rappresentasse una combinazione diversa di viti a stabilità angolare utilizzate per sintetizzare la frattura. Tutti i campioni sono stati testati con un carico ciclico e sinusoidale di 250 N per 5000 cicli alla frequenza di 1 Hz. Ogni 500 cicli si è misurata la scomposizione dei frammenti.

Risultati. Il grado di scomposizione dei frammenti risulta essere differente nei gruppi testati. La combinazione con il massimo numero di viti mostra la maggior stabilità. Tuttavia, non solo il numero di viti è un fattore influenzante la stabilità, ma anche la loro disposizione; infatti quando viene utilizzato lo stesso numero di viti ma posizionate in diverse disposizioni si registrano scomposizioni differenti dei frammenti.

Conclusioni. Il modello utilizzato in questo studio risulta essere adatto a test biomeccanici per valutare la resistenza meccanica delle placche volari a stabilità angolare. Inoltre i risultati ottenuti hanno mostrato come la stabilità ottenuta non dipenda solo dal numero di viti utilizzate ma anche dalla loro disposizione.

Parole chiave: biomeccanica, fratture di radio distale, placca volare a stabilità angolare

ABSTRACT

Purpose. The aim of this study was to reproduce a biomechanical model to determine the mechanical stability of a locking plate system for the distal radius fracture and then to use this model to compare the mechanical properties of different screw arrangements.

Materials and methods. 28 specimens of a biomechanical model of a geometrically simplified distal radius 23.C2 fracture (AO classification) were customized. The specimens were divided into 7 groups (4 specimens each) each representing a different arrangement of locking screws to fix the fracture. All specimens were tested with cyclic sinusoidal loading of 250 N for 5000 cycles at 1 Hz. After every 500 cycles measurements of fragments displacement were taken.

Results. The 7 groups all differed in their amount of displacement. The arrangement with the maximum number of screws showed the greatest stability. However, the number of screws used is not a sufficient indicator for the fracture fixation stability: depending on the screw arrangement different displacements were observed even when the same number of screws were used.

Conclusion. The model used in this study is suitable for biomechanical testing of volar locking plates. The results also showed that the stability obtained by a volar locking plate depends not only on the number of screws used but also on their arrangements.

Keywords: biomechanical, distal radius fracture, volar locking plate

INTRODUZIONE

Le fratture di radio distale sono tra le più comuni osservabili in ambito traumatologico e la loro prognosi dipende da diversi fattori tra cui il tipo di frattura, la comminuzione dei frammenti e la tipologia di trattamento [1-8]. Lo scopo del trattamento è raggiungere una riduzione anatomica e una stabile sintesi dei frammenti. Questi obiettivi sono essenziali per poter intraprendere una precoce riabilitazione, fattore importante per mantenere un buon arco di movimento e prevenire la degenerazione artrosica articolare [2,9,10].

Negli ultimi 20 anni la riduzione cruenta con fissazione interna (ORIF) è divenuta il metodo di scelta nel trattamento delle fratture articolari del radio distale [6,11,12] perché permette di raggiungere una buona riduzione anatomica associandola a una sintesi stabile. Più recentemente, le placche a stabilità angolare si sono dimostrate essere il miglior trattamento perché la loro elevata stabilità meccanica rende possibile una precoce riabilitazione. Inoltre, se confrontate con gli altri trattamenti di tipo chirurgico (ad es. placche dorsali o fili di K) queste ultime mostrano un minor tasso di complicanze (ad es. irritazioni o rotture dei tendini estensori o perdita di riduzione secondaria) [4,6,13-17].

A causa della loro popolarità e dei differenti modelli disponibili, sono stati effettuati svariati studi biomeccanici con lo scopo di valutare la stabilità meccanica delle placche volari di radio distale con le diverse combinazioni di viti possibili [7,8,10,14-16,18-20].

Tuttavia, gran parte di questi studi risulta avere problemi di riproducibilità (a causa del set-up sperimentale o per l'uso di osso da cadavere di qualità variabile) e si rende così difficile un confronto tra i vari risultati.

Lo scopo di questo studio è quello di creare un modello biomeccanico riproducibile per valutare la stabilità meccanica delle placche a stabilità angolare di radio distale e quindi utilizzare tale modello per confrontare le proprietà meccaniche delle diverse combinazioni di viti.

MATERIALI E METODI

Per questo studio è stato utilizzato un modello che rappresentasse una frattura articolare di radio distale semplificata geometricamente.

Il modello è costituito da una componente che rappresenti l'epifisi distale e un'altra componente la diafisi.

La componente rappresentante l'epifisi distale è costituita di una schiuma solida rigida di poliuretano (materiale standardizzato per test biomeccanici, Sawbones). Questa schiuma infatti possiede proprietà meccaniche simili a quelle dell'osso spongioso umano e per questo è raccomandata dalla American Society of Testing and Materials (ASTM F1839-08) per test meccanici di strumenti e impianti ortopedici. La componente dell'epifisi distale è costituita da 3 strati: uno strato meno denso (20 pcf, che simula l'osso spongioso) ricoperto da 2 strati spessi 3 mm a maggior densità (50 pcf, che simula l'osso corticale) (Fig. 1).

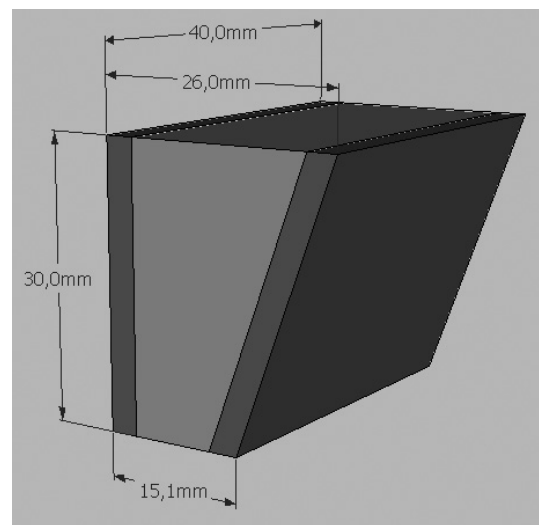


Figura 1. Ricostruzione tridimensionale del modello biomeccanico, con riportate le misure. E' composto da 2 strati esterni a maggior densità (50 pcf) e uno strato interno a minor densità (20 pcf).

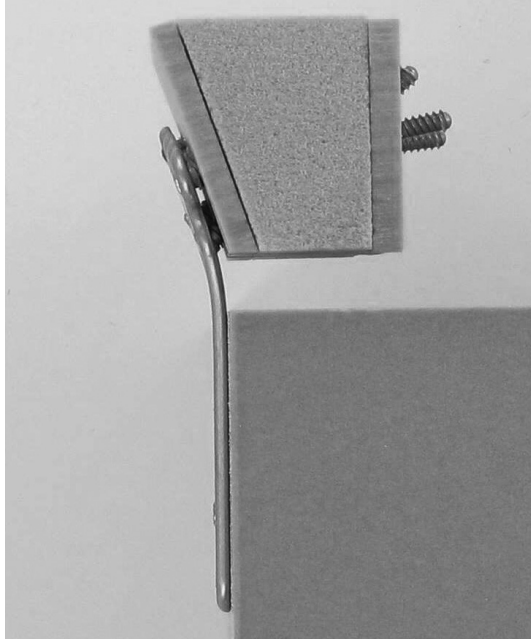


Figura 2. Visione laterale di un modello pronto per essere testato.

La componente diafisaria è costituita da un blocco di RenShape CibaTool BM5460. Le proprietà meccaniche di questo materiale, sebbene non simili a quelle dell'osso, sono omogenee e riproducibili e quindi esso permette di avere una buona base per tutte le fissazioni senza influenzare l'outcome.

Le due componenti sono state fissate usando una piastra a stabilità angolare (APTUS Radius 2.5 A-4750.01, Medartis, Switzerland) con diverse combinazioni di viti, anch'esse a stabilità angolare (A-5750.xx), a livello della componente distale e con una combinazione di viti, corticali (A-5700.xx) e a stabilità angolare (A-5750.xx), a livello della componente diafisaria.

È stata utilizzata una guida su misura per assicurare che l'inserimento delle viti fosse sempre costante e riproducibile.

A livello dell'epifisi distale tutte le viti sono state inserite bicorticalmente e avvitate alla piastra usando una chiave di coppia (valore di coppia = 1.20 Nm). È stato inoltre lasciato uno spazio di 1 mm tra la superficie della piastra e quella del frammento distale (Fig. 2) per minimizzarne l'attrito e per poter riconoscere un eventuale cedimento del meccanismo di stabilità angolare.

Per i test è stata scelta una frattura tipo 23A3.2 (secondo la classificazione AO) e quindi, al fine di si-

mularla, sono stati eseguiti 2 tagli, con guide dedicate, alla componente distale:

- un taglio assiale a 24 mm dalla "superficie articolare" della componente epifisaria (lasciando così un gap di 6 mm tra questa componente e quella diafisaria) al fine di simulare la comminazione metafisaria;
- un taglio sagittale, per dividere la componente distale in 2 frammenti (uno rappresentante la colonna radiale e uno la colonna intermedia) e simulare così una frattura articolare. Inoltre, tra i 2 frammenti, è stato lasciato un gap di circa 1 mm per poter evitare attrito tra questi, al fine di simulare lo scenario meno stabile, dove non vi è nemmeno supporto interframmentario.

Sono stati testati 7 gruppi di modelli, ognuno dei quali con una combinazione diversa di viti (ogni gruppo è costituito da 4 modelli, per un totale di 28 modelli testati).

Le differenti combinazioni testate sono le seguenti:

- combinazione 1: 3 viti per colonna (Fig. 3.1);
- combinazione 2: 2 viti per colonna disposte in 2 filiere diverse (Fig. 3.2);
- combinazione 3: 2 viti per colonna disposte in un'unica filiera (Fig. 3.3);
- combinazione 4: 3 viti per la colonna intermedia, 2 viti disposte in 2 filiere diverse nella colonna radiale (Fig. 3.4);
- combinazione 5: 3 viti per la colonna intermedia, 2 viti disposte in un'unica filiera nella colonna radiale (Fig. 3.5);
- combinazione 6: 3 viti per la colonna radiale, 2 viti disposte in 2 filiere diverse nella colonna intermedia (Fig. 3.6);
- combinazione 7: 3 viti per la colonna radiale, 2 viti disposte in un'unica filiera nella colonna intermedia (Fig. 3.7).

TEST BIOMECCANICI

I test sono stati effettuati utilizzando una macchina universale per test Zwick (Z2.0): è stato applicato, in maniera sinusoidale, un carico assiale di 250 N alla frequenza di 1 Hz con un rapporto F_{min}/F_{max} di 0,1. Questo valore di carico è stato scelto sulla base di precedenti studi biomeccanici che hanno dimostrato che una leggera mobilizzazione attiva del polso equivale a un carico non oltre i 100 N [16,19-22]; inoltre la forza trasmessa dai tendini, a livello della superficie articolare radiale, quando tutte le dita sono attivamente flesse corrisponde a circa 250 N, corrispondente a una presa di forza di 98 N (presa leggera) [22].

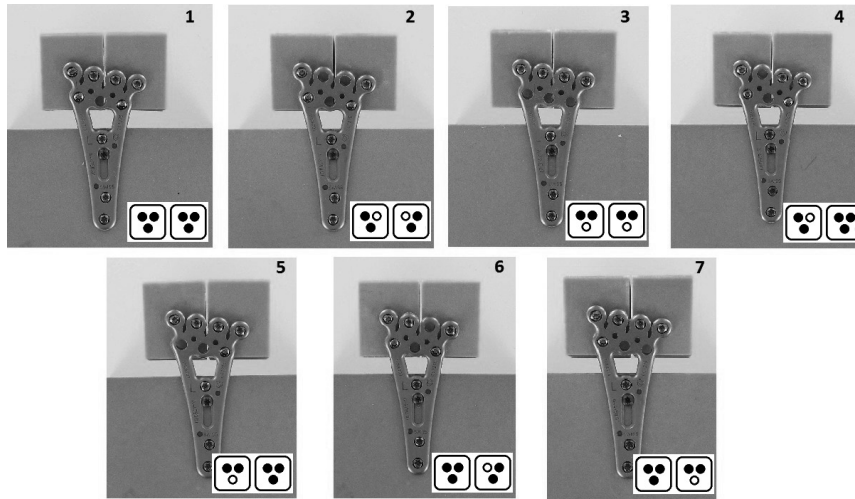


Figura 3. Combinazioni di viti a stabilità angolare testate:

1. 3 viti per colonna
2. 2 viti per colonna in 2 filiere;
3. 2 viti per colonna in 1 filiera;
4. 3 viti per la colonna intermedia, 2 viti in 2 filiere per la colonna radiale;
5. 3 viti per la colonna intermedia, 2 viti in 1 filiera per la colonna radiale;
6. 2 viti in 2 filiere per la colonna intermedia, 3 viti per la colonna radiale;
7. 2 viti in 1 filiera per la colonna intermedia, 3 viti per la colonna radiale.

In ogni fotografia è presente anche la rappresentazione schematica della disposizione delle viti (cerchio nero: presenza di vite a stabilità angolare, cerchio bianco: assenza di vite).

Sono stati applicati in totale 5000 cicli di carico sulla base di una media, stimata in letteratura, di 150 cicli di flessione-estensione e/o prese di forza leggera al giorno per le prime 6 settimane di riabilitazione [10,18]. Per simulare una trasmissione fisiologica del carico, il 60% del totale è stato trasmesso alla colonna radiale e il restante 40% a quella intermedia [18,23-25]; il carico è stato applicato a 8 mm dorsale al margine volare della componente diafisaria.

Carico e scomposizione sono stati misurati in maniera continua a livello del punto di trasferimento del carico (8 mm dorsale rispetto allo spigolo volare della diafisi). Inoltre, ogni 500 cicli, si è misurata nei 3 piani dello spazio la scomposizione dei frammenti una volta rimosso il carico. Queste misurazioni sono state eseguite a mano utilizzando un calibro e considerando dei punti di repere ben precisi (Fig. 4); in un trial preliminare l'errore nelle misurazioni è risultato essere all'incirca di 0,1 mm.

Utilizzando i valori di scomposizione dei frammenti e formule trigonometriche si sono calcolati gli angoli

di extrarotazione (rotazione lungo l'asse z), radializzazione per la colonna radiale e ulnarizzazione per la colonna intermedia (rotazione lungo l'asse y) e dorsalizzazione (rotazione lungo l'asse x).

Prendendo come riferimento il frammento radiale, con le seguenti formule si sono calcolati i movimenti di rotazione esterna (ER), di radializzazione (R) e di dorsalizzazione (D):

$$ER = \arctan(x1-x2)/(y2-y1);$$

$$R = \arctan(x2-x3)/(z3-z2);$$

$$D = \arctan(y3-y2)/(z3-z2).$$

Movimenti speculari della colonna intermedia sono stati considerati come extrarotazione (ER), ulnarizzazione (U), anziché radializzazione, e dorsalizzazione (D) e calcolati con le stesse formule.

ANALISI STATISTICA

Sono stati calcolati i valori medi e le deviazioni standard della scomposizione dei frammenti.

Per determinare la significatività statistica di differenza tra valori è stato utilizzato un test-t di Student ($P < 0.05$).

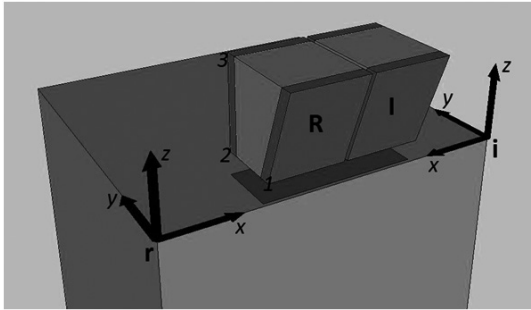


Figura 4. Ricostruzione tridimensionale del modello senza i mezzi di sintesi. R: colonna radiale, I: colonna intermedia. 1,2,3: punti di reperi utilizzati per le misurazioni della colonna radiale (sono stati usati 3 punti di reperi speculari per le misurazioni della colonna intermedia). r: centro di riferimento per le misurazioni della colonna radiale (x,y,z sono gli assi di riferimento). i: centro di riferimento per le misurazioni della colonna intermedia (x,y,z sono gli assi di riferimento).

RISULTATI

Le figure 5-7 mostrano l'andamento della scomposizione dei frammenti in termini di extrarotazione, ulnarizzazione/radializzazione e dorsalizzazione. La

tabella 1 mostra i valori finali di scomposizione dei frammenti per ogni combinazione testata.

Tutte le curve mostrano un'inflessione e raggiungono l'asintoto, divenendo praticamente piatte, dopo circa 1000-2000 cicli; pertanto i valori oltre i 2000 cicli (considerati come una fase di adattamento del costruito al carico) possono essere considerati costanti. Abbiamo quindi utilizzato per i confronti i valori finali di scomposizione, cioè dopo 5000 cicli.

Nessun modello ha mostrato cedimento dei mezzi di sintesi al carico (nessun caso di piegamento o rottura di viti o placche né cedimenti del sistema di stabilità angolare).

La combinazione 1 (3 viti per colonna) ha mostrato la minor scomposizione dei frammenti. Infatti, confrontandola con la combinazione 2, mostra minor dorsalizzazione ($P=0.01$) della colonna intermedia e minor extrarotazione ($P=0.03$) e dorsalizzazione ($P=0.02$) della colonna radiale. Allo stesso tempo, tale combinazione risulta essere più stabile anche della numero 3, mostrando minor extrarotazione ($P=0.046$) e minor dorsalizzazione ($P<0.01$) della colonna intermedia e minor dorsalizzazione ($P<0.01$) e radializzazione ($P<0.01$) della colonna radiale.

La combinazione 2 (2 viti per colonna, disposte in 2

Tabella 1. Valori di scomposizione dopo 5000 cicli.

| | Rotazione esterna | Dorsalizzazione | Ulna/radializzazione |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Combinazione 1 | | | |
| Colonna intermedia | $-0,16^{\circ} \pm 0,18^{\circ}$ | $0,79^{\circ} \pm 0,30^{\circ}$ | $0,24^{\circ} \pm 0,28^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $0,16^{\circ} \pm 0,32^{\circ}$ | $1,24^{\circ} \pm 0,35^{\circ}$ | $-0,12^{\circ} \pm 0,49^{\circ}$ |
| Combinazione 2 | | | |
| Colonna intermedia | $0,31^{\circ} \pm 0,37^{\circ}$ | $1,56^{\circ} \pm 0,31^{\circ}$ | $0,42^{\circ} \pm 0,36^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $0,79^{\circ} \pm 0,31^{\circ}$ | $2,22^{\circ} \pm 0,50^{\circ}$ | $0,23^{\circ} \pm 0,41^{\circ}$ |
| Combinazione 3 | | | |
| Colonna intermedia | $0,16^{\circ} \pm 0,18^{\circ}$ | $4,65^{\circ} \pm 0,79^{\circ}$ | $0,67^{\circ} \pm 0,42^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $-0,14^{\circ} \pm 0,54^{\circ}$ | $4,70^{\circ} \pm 0,99^{\circ}$ | $1,98^{\circ} \pm 0,70^{\circ}$ |
| Combinazione 4 | | | |
| Colonna intermedia | $0,58^{\circ} \pm 0,55^{\circ}$ | $1,00^{\circ} \pm 0,24^{\circ}$ | $0,17^{\circ} \pm 0,29^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $0,98^{\circ} \pm 0,34^{\circ}$ | $2,27^{\circ} \pm 0,39^{\circ}$ | $0,35^{\circ} \pm 0,23^{\circ}$ |
| Combinazione 5 | | | |
| Colonna intermedia | $-0,07^{\circ} \pm 0,65^{\circ}$ | $1,12^{\circ} \pm 0,40^{\circ}$ | $0,00^{\circ} \pm 0,33^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $0,50^{\circ} \pm 0,58^{\circ}$ | $4,63^{\circ} \pm 0,60^{\circ}$ | $2,00^{\circ} \pm 0,25^{\circ}$ |
| Combinazione 6 | | | |
| Colonna intermedia | $0,10^{\circ} \pm 0,30^{\circ}$ | $1,52^{\circ} \pm 0,30^{\circ}$ | $0,29^{\circ} \pm 0,48^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $-0,51^{\circ} \pm 0,26^{\circ}$ | $1,18^{\circ} \pm 0,20^{\circ}$ | $0,53^{\circ} \pm 0,49^{\circ}$ |
| Combinazione 7 | | | |
| Colonna intermedia | $0,01^{\circ} \pm 0,26^{\circ}$ | $2,35^{\circ} \pm 0,39^{\circ}$ | $0,82^{\circ} \pm 0,45^{\circ}$ |
| Colonna radiale | $-0,23^{\circ} \pm 0,49^{\circ}$ | $1,12^{\circ} \pm 0,23^{\circ}$ | $0,41^{\circ} \pm 0,55^{\circ}$ |

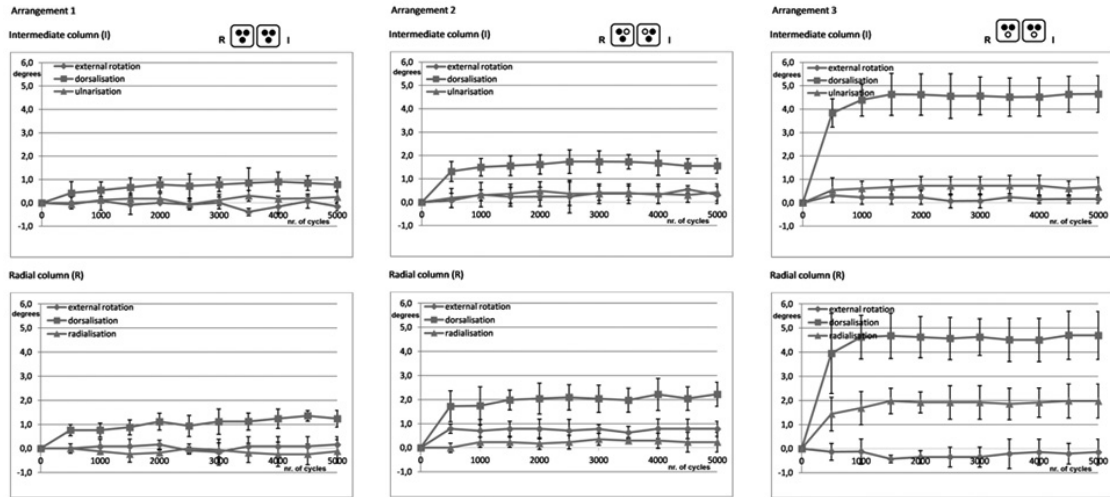


Figure 5. Scomposizione dei frammenti stabilizzati con la combinazione 1, con la combinazione 2 e con la combinazione 3 (R: colonna radiale, I: colonna intermedia).

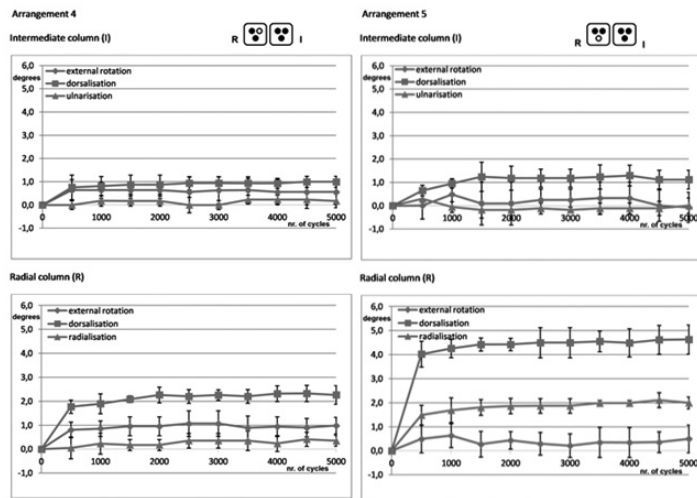


Figure 6. Scomposizione dei frammenti stabilizzati con la combinazione 4 e con la combinazione 5 (R: colonna radiale, I: colonna intermedia).

filieri diverse) è più stabile della combinazione 3 (2 viti per colonna, disposte in un'unica filiera): minor dorsalizzazione ($P < 0.01$) per entrambe le colonne e minor radializzazione ($P < 0.01$), anche se maggior extrarotazione ($P = 0.03$), della colonna radiale.

Nelle combinazioni 4-7, la scomposizione della colonna fissata con 2 viti è indipendente dalla stabilità dell'altra: la presenza di una colonna "stabile" fissata con 3 viti non funge da supporto all'altra. Infatti la

scomposizione della colonna radiale non è differente nella combinazione 2 e nella 4 (P external rotation = 0.43, P dorsalisation = 0.90, P radialisation = 0.63) e nella combinazione 3 e 5 (P external rotation = 0.16, P dorsalisation = 0.91, P radialisation = 0.96). Confrontando la scomposizione della colonna intermedia nella combinazione 2 e nella 6 e nelle combinazioni 3 e 7 ancora non si trovano differenze (combinazioni 2-6: P external rotation = 0.74, P dorsalisation = 0.88,

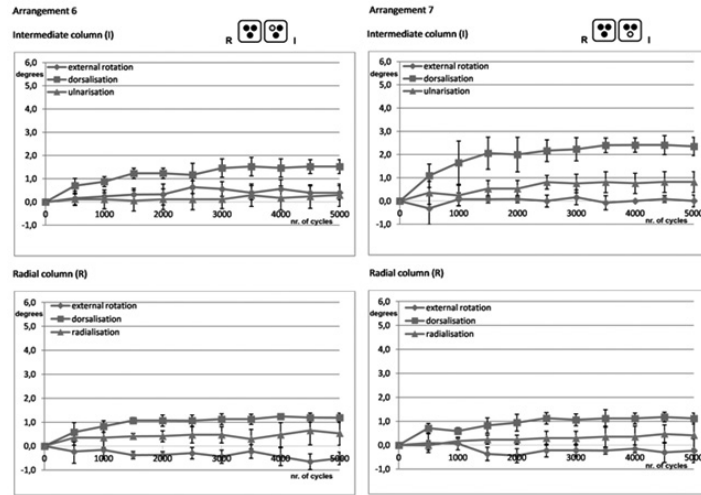


Figura 7. Scomposizione dei frammenti stabilizzati con la combinazione 6 e con la combinazione 7 (R: colonna radiale, I: colonna intermedia).

P ulnarisation = 0.68; combinazioni 3-7: P external rotation = 0.37, P ulnarisation = 0.65), con l'unica eccezione della dorsalizzazione nel caso di confronto tra combinazione 3 e 7 (P < 0.01).

Analizzando i dati, le combinazioni più stabili sono la 1 e la 6 che, allo stesso tempo, permettono il mantenimento della normale forma della superficie articolare. Infatti né alcun movimento di extrarotazione (combinazione 1, colonna intermedia: P = 0.18, colonna radiale: P = 0.40; combinazione 6, colonna intermedia: P = 0.08, ma lieve e significante, P = 0.03, intrarotazione della colonna radiale, considerata come un artefatto dovuto al set-up dei test o legato alla metodica di misurazione), né di ulnarizzazione/radializzazione (combinazione 1, colonna intermedia: P = 0.18, colonna radiale: P = 0.66; combinazione 6, colonna intermedia: P = 0.31, colonna radiale: P = 0.12) e né di dorsalizzazione (combinazione 1: P = 0.10 per entrambe le colonne; combinazione 6: P = 0.11 per entrambi) è stato registrato.

DISCUSSIONE

In questo studio abbiamo presentato un nuovo modello rappresentante una semplificazione geometrica di una frattura articolare di radio distale (tipo C2, secondo la classificazione AO), sintetizzata con una placca volare a stabilità angolare.

In letteratura [7,8,10,14-16,18-21], sono stati utilizzati modelli più complessi di questo, ma noi cre-

diamo che, sebbene siano più prossimi alla normale anatomia (usando modelli Sawbones o ossa cadaveriche), abbiano diversi svantaggi nell'effettuare test biomeccanici.

Infatti, i modelli anatomici e le ossa da cadavere sono difficili da preparare in maniera uniforme a causa della loro forma irregolare. Quindi risulta essere difficile posizionare i mezzi di sintesi ed effettuare le osteotomie in maniera precisa e riproducibile in tutti i modelli. Di conseguenza la presenza di piccole variazioni nel posizionamento (dei tagli e delle placche) porterebbe a variazioni nel trasferimento del carico, rendendo molto più difficile l'interpretazione dei risultati raccolti.

Noi abbiamo cercato di risolvere queste problematiche legate alla necessità di riproducibilità dei test usando un modello semplificato:

- che potesse essere facilmente fabbricato e assemblato con una tolleranza di ± 0.5 mm;
- nel quale vi fosse una superficie di contatto tra macchina e modello nota;
- nel quale il momento della forza potesse essere costante per tutto l'esperimento controllando il punto di trasferimento del carico;
- che fosse costituito di un materiale sempre con le stesse proprietà, eliminando così variazioni di comportamento a livello dell'interfaccia vite-osso.

Infatti, riducendo l'anatomia del radio distale (diafisi

ed epifisi distale) e il pattern di una frattura articolare alle loro componenti geometriche di base e usando materiali con le stesse proprietà meccaniche, è possibile mantenere condizioni identiche in tutti i test.

Per questi motivi, noi crediamo che questo modello offra dei vantaggi, rispetto agli altri modelli disponibili, per l'effettuazione di test biomeccanici.

Siccome eravamo interessati nel valutare l'effetto del carico a livello dell'epifisi, che solitamente è la parte più critica nella sintesi delle fratture di radio distale, abbiamo scelto un materiale (schiuma solida e rigida schiuma di poliuretano) con le stesse proprietà dell'osso spongioso per l'epifisi distale e un materiale molto rigido (RenShape CibaTol BM5460) per quanto riguarda la diafisi, per non avere alcun effetto del carico a questo livello della sintesi.

Inoltre, si è mantenuto un gap di circa 1 mm tra i frammenti epifisari per poter evitare la presenza di attrito tra essi. Sebbene questo porti ad avere una minor stabilità rispetto allo scenario *in vivo*, questa condizione rende possibile la valutazione della stabilità ottenuta con placche e viti minimizzando tutte le interferenze.

L'influenza sulla stabilità meccanica delle 7 diverse combinazioni di viti è stata valutata con un carico simulante una precoce riabilitazione con movimenti attivi delle dita (250 N). La scomposizione dei frammenti, considerata la miglior metodica per valutare la stabilità offerta dal mezzo di sintesi, è stata misurata ogni 500 cicli; da queste misurazioni, per entrambi i frammenti, sono stati ricavati i valori di scomposizione dei frammenti in termini di extrarotazione, ulnarizzazione/radializzazione e dorsalizzazione.

Considerando la scomposizione in misure rotazionali anziché lineari si ha il vantaggio che tali misurazioni siano indipendenti dalle dimensioni del modello e inoltre permettano una comprensione più intuitiva.

Abbiamo constatato che la scomposizione dei frammenti rimane costante dopo 1000-2000 cicli di carico (cioè dopo 7-14 giorni di precoce riabilitazione) in tutti i modelli testati; infatti sembra che dopo un iniziale periodo di adattamento dei mezzi di sintesi in cui il massimo valore di perdita di riduzione viene raggiunto, anche incrementando il numero di cicli di carico non avviene alcuna ulteriore scomposizione.

La scomposizione finale è inversamente proporzionale alla stabilità del costruito e l'effetto di adattamento al carico dei mezzi di sintesi ha luogo a livello dell'interfaccia vite-placca.

Infatti il sistema TriLock®, alla base della stabilità

angolare di tale placca, è basato sull'instaurarsi di un certo valore di attrito tra la placca e la testa della vite, e, una volta sottoposta a carico, quest'ultima cambia posizione fino a quando non ne raggiunge una con un nuovo valore d'attrito, maggiore del precedente, che permette di sopportare il carico trasmesso.

I test effettuati mostrano come la stabilità della sintesi sia dipendente sia dal numero di viti sia dalla loro disposizione.

Più precisamente, la stabilità dei frammenti dipende in maniera direttamente proporzionale dal numero di piani nei quali le viti sono inserite. Questo è dovuto al fatto che, aumentando il numero di piani nei quali le viti sono inserite, aumentano anche il numero di piani di supporto della superficie articolare, rendendo possibile una miglior resistenza al carico (la maggior stabilità è raggiunta con 3 viti disposte in 2 filiere, seguita da 2 viti disposte in 2 filiere e infine la peggior stabilità è offerta dalla combinazione di 2 viti disposte in un'unica filiera).

Inoltre i risultati mostrano come non esista un frammento "dominante", cioè un frammento la cui stabilità possa essere di supporto all'altro. Sia la colonna radiale sia quella intermedia ricoprono uguale importanza nella stabilità complessiva dell'osteosintesi; questo però risulta essere vero fintanto che i due frammenti non si sostengano a vicenda mediante contatto diretto.

A nostra conoscenza, a tutt'oggi non vi sono in letteratura studi che utilizzino questo modello o questo set-up, pertanto il confronto dei risultati non è quindi possibile.

In conclusione possiamo affermare che il modello presentato risulti essere adatto per test biomeccanici di placche volari per fratture di radio distale a stabilità angolare e che la stabilità della sintesi dipenda sia dalla quantità sia dalla disposizione delle viti; infatti riteniamo che il posizionare le viti in due filiere diverse possa portare a migliori outcome clinici.

Siamo tuttavia consci delle limitazioni di questo studio in quanto abbiamo utilizzato un modello che semplificasse la forma del radio distale e la trasmissione dei carichi e inoltre non è stato possibile simulare l'effetto dei tessuti molli sulla stabilità della frattura né tantomeno i processi di rigenerazione ossea.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Mikai Inc, Italia per aver fornito le placche e le viti utilizzate e Medartis, Svizzera per l'uso dei laboratori per effettuare i test.

BIBLIOGRAFIA

1. Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clin* 2012; 28(2): 113-125.
2. Ilyas AM, Jupiter JB. Distal radius fractures. Classification of treatment and indications for surgery. *Hand Clin* 2010; 26(1): 37-42.
3. Leversedge FJ, Srinivasan RC. Management of soft-tissue injuries in distal radius fractures. *Hand Clin* 2012; 28(2): 225-233.
4. Bales JG, Stern PJ. Treatment strategies of distal radius fractures. *Hand Clin* 2012; 28(2): 177-184.
5. Payandeh JB, McKee MD. External fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2010; 26(1): 55-60.
6. Protopsaltis TS, Ruch DS. Volar approach to distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2008; 33(6): 958-965.
7. Drobetz H, Bryant AL, Pokorny T *et al.* Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction. A biomechanical study in a cadaveric model. *J Hand Surg Am* 2006; 31(4): 615-622.
8. Drobetz H, Schueller M, Tschegg EK *et al.* Influence of screw diameter and number on reduction loss after plating of distal radius fractures. *ANZ J Surg* 2011; 81(1-2): 46-51.
9. Trease C, McIff T, Toby EB. Locking versus non-locking T-plates for dorsal and volar fixation of dorsally comminuted distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 2005; 30(4): 756-763.
10. Koh S, Morris RP, Patterson RM *et al.* Volar fixation for dorsally angulated extra-articular fractures of the distal radius: a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 2006; 31(5): 771-779.
11. Simic PM, Weiland AJ. Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *Instr Course Lect* 2003; 52: 185-195.
12. Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2006; 31(1): 9-16.
13. Orbay J. Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21(3): 347-354.
14. Weninger P, Schueller M, Drobetz H *et al.* Influence of an additional locking screw on fracture reduction after volar fixed-angle plating-introduction of the "protection screw" in an extra-articular distal radius fracture model. *J Trauma* 2009; 67(4): 746-751.
15. Weninger P, Dall'Ara E, Leixnering M *et al.* Volar fixed-angle plating of extra-articular distal radius fractures. A biomechanical analysis comparing threaded screws and smooth pegs. *J Trauma* 2010; 69(5): E46-55.
16. Wall LB, Brodt MD, Silva MJ *et al.* The effects of screw length on stability of simulated osteoporotic distal radius fractures fixed with volar locking plates. *J Hand Surg Am* 2012; 37(3): 446-453.
17. Rhee PC, Dennison DG, Kakar S. Avoiding and treating perioperative complications of distal radius fractures. *Hand Clin* 2012; 28(2): 185-198.
18. Rausch S, Klos K, Stephan H *et al.* Evaluation of a polyaxial angle-stable volar plate in a distal radius C-fracture model. A biomechanical study. *Injury* 2011; 42(11): 1248-1252.
19. Kamei S, Osada D, Tamai K *et al.* Stability of volar locking plate systems for AO type C3 fractures of the distal radius: a biomechanical study in a cadaveric model. *J Orthop Sci* 2010; 15(3): 357-364.
20. Müller LP, Klitscher D, Rudig L *et al.* Locking plates for corrective osteotomy of malunited dorsally tilted distal radial fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg Br* 2006; 31(5): 556-561.
21. Mehling I, Müller LP, Delinsky K *et al.* Number and locations of screw fixation for volar fixed-angle plating of distal radius fractures: biomechanical study. *J Hand Surg Am* 2010; 35(6): 885-891.
22. Putnam MD, Meyer NJ, Nelson EW *et al.* Distal radial metaphyseal forces in an extrinsic grip model: implications for postfracture rehabilitation. *J Hand Surg Am* 2000; 25(3): 469-475.
23. Erhart S, Lutz M, Arora R *et al.* Measurement of intraarticular wrist joint biomechanics with a force controlled system. *Med Eng Phys* 2012; 34(7): 900-905.
24. Hara T, Horii E, An KN *et al.* Force distribution across wrist joint: application of pressure-sensitive conductive rubber. *J Hand Surg Am* 1992; 17(2): 339-347.
25. Schuind F, Cooney WP, Linscheid RL *et al.* Force and pressure transmission through the normal wrist. A theoretical two-dimensional study in the posteroanterior plane. *J Biomech* 1995; 28(5): 587-601.

THE “CLASP-KNIFE PHENOMENON” AS UNUSUAL CAUSE OF TRIGGER FINGER

*Ombretta Spingardi**, *Dominique Le Viet***

* *Centro Regionale di Chirurgia della Mano, Ospedale San Paolo, Savona, Italy*

** *Institut de la Main, Clinique Jouvenet, Paris, France*

Referente

Ombretta Spingardi - Via Genova - 17100 Savona - Tel. 0198404367 - Fax 0198404984

E-mail: ombretta.s@libero.it

SINTESI

Il “dito a serramanico” è una rara causa di dito a scatto secondaria a una lesione parziale dei tendini flessori. Questo fenomeno si verifica dopo una lesione isolata di una delle due bendellette del flessore superficiale; il flessore profondo è intatto. Clinicamente si manifesta come la percezione di uno “scatto” improvviso durante la flessione ed estensione del dito affetto. Il trattamento consiste nell’escissione della bendelletta lesionata, con un completo recupero funzionale.

Parole chiave: dito a scatto, lesione tendinea parziale, lesione del tendine flessore superficiale

SUMMARY

The clasp-knife phenomenon is an uncommon cause of trigger finger secondary to a partial tear of flexor tendons. This phenomenon is produced after an isolated laceration of one of the two slips of flexor digitorum superficialis while the flexor digitorum profundus is intact. Clinically a sharp and sudden “trigger” during flexion and extension of the affected finger can be appreciated. The treatment consists in the excision of the tendon strip, that warrants the complete healing and restoration of the hand function.

Keywords: trigger finger, partial flexor tendon injury, tendon laceration

INTRODUCTION

The clasp-knife finger is an unusual, uncommon situation which often is misdiagnosed. This phenomenon may occur in the long fingers, secondary to a previous wound in the palm in most of the cases, and neglected as small and negligible. The accident causes the isolated injury of one of the slips of flexor digitorum superficialis tendon only. To produce a so specific rupture the cut zone must exactly occur at metacarpo-phalangeal flexion fold into the palm (Fig. 1), where the flexor digitorum superficialis bifurcation lays; the tendon slip is isolated and superficial for about 1,2 to 1,5 cm, then it runs under the flexor profundus just to join the other tendon slip and form the Camper’s chiasma at the level of middle phalanx diaphysis. Only in this very limited zone the isolated lesion can happen, where the tendon slip is anterior, before, and subsequently lateral to flexor profundus. The injury is frequently produ-

ced by a tip of a knife with a small skin wound (or a little fragment of glass) in the palm of the hand, near the metacarpo-phalangeal fold, often lateral to underlying joint. Within two to three weeks after the skin wound is healing a functional impairment, associated with sudden appearance of a trigger phenomenon, begins. The trigger can be single or double, distal to the small skin scar. Classically, the double block is due to double impingement of the proximal stump of the flexor slip proximal to A1 pulley during finger extension and distal to A2 pulley during flexion (Fig. 2-4). From extension to flexion the finger can produce a double trigger.

MATERIALS AND METHODS

Between 1998 and 2012, 10 patients suffering from this problem (8 of them from the Senior Author, Dominique Le Viet) have been treated; the patients consisted of 7 men and 3 women, with an average age

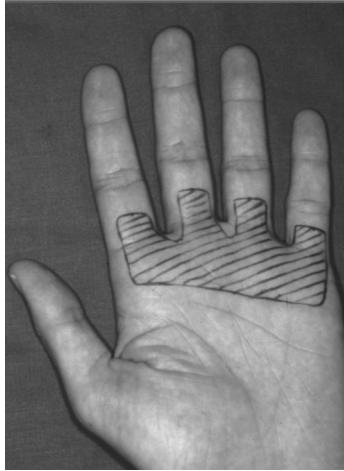


Figure 1. Localization of the lesion zone, at metacarpophalangeal flexion fold.

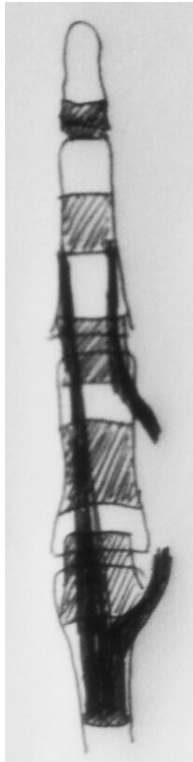


Figure 2. Both injury levels are showed; they correspond to double tendon blocks: proximal to A1 pulley (proximal tendon stump impingement) and beyond A2 pulley (distal stump).

of 37,2 yeras (minimum 15 - maximum 71 years). In all cases the clinical signs appeared starting from a few weeks until some months after injury, so that the surgical treatment was achieved 1 to 18 months later. One patient had already received a surgical exploration of the wound, without any improvement. All the patients have been operated: under brachial plexus anaesthesia, by Bruner's skin incision the di-

gital canal has been exposed by an access proximal to A1 pulley, between A1 and A2 pulleys and at the level of C1 pulley (Fig. 5); peroperative passive flexion and extension manoeuvres allowed to identify



Figure 3. The block of proximal tendon stump against A1 pulley causes the trigger phenomenon while finger is extended.



Figure 4. During finger flexion. The distal tendon stump crashes into A2 pulley causing the second block.

both tendon stumps of flexor digitorum superficialis (Fig. 6); once dissected, they have been removed proximally to A1 and distally as far as possible, beyond A2 pulley (Fig. 7). In one case an associated collateral digital nerve injury was found coexisting and a graft has been performed after removal of neuroroma of the proximal nervous stump. In 2 cases foreign material (small fragments of glass) has been removed.

All the patients started early self-rehabilitation immediately after surgery.

RESULTS

The first 4 cases have been reviewed by call 5, 6, 12 and 18 months later; the others, operated later, have been visited with a mean follow-up of 27,6

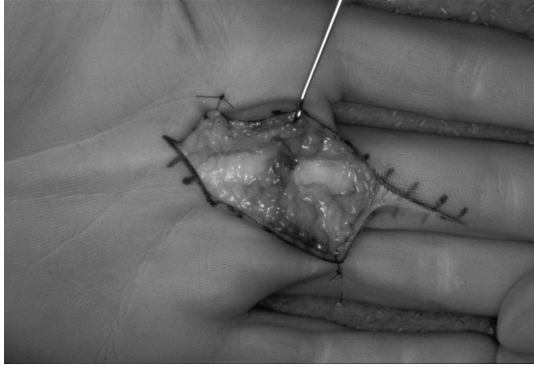


Figure 5. Peroperative view. Exposure of injured area by Bruner's incision.

months (minimum 13 - maximum 67 months). With the exception of the patient with concomitant nerve injury, which complained of pain at the level of nervous graft, all the patients defined themselves very satisfied, with a complete and painless recovery of digital function. The mean grip strenght improve-



Figure 6. Peroperative view. Both tendon stumps are identified and isolated.

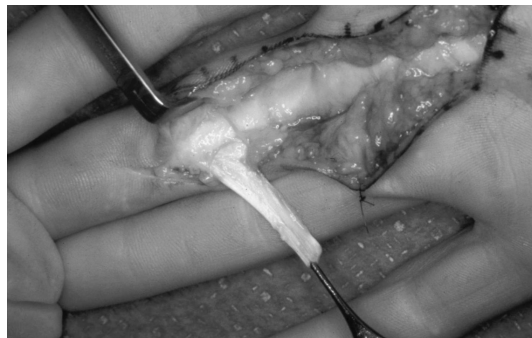


Figure 7. Peroperative view. Resection of the injured tendon slip.

ment of the operated hand was 92% (minimum 85% - maximum 105%).

DISCUSSION

Since this phenomenon is very unusual, the literature is very poor: Raymond Vilain first talked about it [1] in 1960; he described the clasp-knife phenomenon as an injury of ulnar slip of flexor digitorum superficialis tendon. Later other authors detailed similar situations or different causes of atypical trigger of the fingers, such as the partial lesion of both flexor tendons at the same time [2,3] or the isolated partial tear of flexor superficialis [4-6] or profundus tendon [7] alone.

The isolated cut of one of the 2 slips of flexor digitorum superficialis tendon is very rare: the wound that can produce the lesion must occur in a very limited zone in the distal part of the palm and in literature only few and isolated cases with different contrasting pathogenesis are described.

Between the uncommon causes of trigger finger [6] synovial cysts, tumors, abnormalities of metacarpal head, sesamoid subluxation are described. On the other hand, the partial injury of one of the flexor tendons can bring on severe complications, well described by Schlenker et al. [3]: the block, the rupture, the trigger of the tendon. In order to appreciate the trigger, the wound must provoke an injury of the tendon sheath [8], that can cause either an "internal" trigger if the lesion lays between C1 and A3 pulleys, or an "external" trigger, if the sheath's break is proximal to A1 pulley: in this last situation, during finger extension, the thicker part of the tendon, at the injury level, breaks against the pulley and causes the trigger phenomenon.

CONCLUSIONS

Since rare, this phenomenon needs good clinical and anatomic knowledges and exhaustive data collected from the patient. The differential diagnosis is mandatory: in the "simple", classic tendinopathy with impingement under A1 pulley the trigger is one only, at the level of A1 pulley; during physical examination the ancient skin wound must be looked (the patient often doesn't remember the accident, as insignificant) up the distal palmar fold, and the local palpation may show the double palmar swelling, corresponding to proximal and distal stumps, at the level of tendinous impingement. The MRI or tomography are seldom helpful preoperatively, and their costs don't justify their use: in front of double trig-

ger the surgical exploration must be performed; the resection of injured tendon slip is easy, and respects the function of residual flexor digitorum superficialis tendon, maintaining the movement and the strength of the finger: for these reasons we believe that this is the best technique to treat this uncommon affliction.

REFERENCES

1. Vilain R. Le doigt à cran d'arrêt. *Ann Chir* 1960; 14(5-6): 319-20.
2. Janecki CJ. Triggering of the finger caused by flexor-tendon laceration. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58:1174-75.
3. Schlenker JD, Lister GD, Kleinert HE. Three complications of untreated partial laceration of flexor tendon. Entrapment, rupture and triggering. *J Hand Surg (Am)* 1981; 6(4): 392-6.
4. Takami H, Takahashi S, Ando M. Triggering of the finger secondary to partial flexor tendon tear after close direct injury. *J Hand Surg* 1993; 18(5): 881-2.
5. Frewin PR, Scheker R. Triggering secondary to an untreated partially-cut flexor tendon. *J Hand Surg (Am)* 1989; 14-B(4): 419-21.
6. Tohyama M. Triggering finger caused by an old partial flexor tendon laceration: a case report. *Hand Surg* 2005; 10(1): 105-8.
7. Hueston JT, Wilson WF. Flexor fibre protrusion through the digital fibrous flexor tendon sheath. *The Hand* 1973; 5(1): 39-42.
8. Weeks PM. Invited comment on "Three complications of untreated partial laceration of flexor tendon-Entrapment, rupture, triggering". *J Hand Surg (Am)* 1981; 6(4): 392-6.

TRATTAMENTO DI NEUROMI DOLOROSI IN CONTINUITÀ DEL NERVO MEDIANO CON LEMBI PERFORANTI ADIPOFASCIALI

Roberto Adani*, **Pierluigi Tos****, **Eleonora Morandini***, **Vito Zanella***

* UOC di Chirurgia della Mano, Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata Verona

** UO di Microchirurgia, CTO Torino

Referente

Roberto Adani - Policlinico GB Rossi - Piazzale La Scuro, 10 - Verona - E-mail: roberto.adani@ospedaleuniverona.it

TREATMENT OF PAINFUL NEUROMAS IN CONTINUITY OF THE MEDIAN NERVE WITH RADIAL AND ULNAR ARTERY PERFORATOR ADIPOFASCIAL FLAPS

SINTESI

Scopo del lavoro. Il trattamento dei neuromi dolorosi in continuità del nervo mediano al polso rappresenta un problema complesso. L'obiettivo del trattamento è di ridurre il dolore preservando la funzione residua del nervo mediano. Negli ultimi anni l'attenzione è stata incentrata sulla copertura dei neuromi mediante l'impiego di lembi locali o liberi dopo neurolisi, al fine di migliorare la vascolarizzazione intrinseca del nervo favorendone lo scorrimento e la protezione da traumi esterni. Scopo di questo studio è di rivalutare 8 pazienti affetti da neuroma in continuità del mediano al polso trattati con neurolisi esterna e copertura con lembi perforanti adipofasciali.

Metodi. Nel periodo tra il 2004 e il 2010 sono stati trattati 8 pazienti con neuromi dolorosi post-traumatici in continuità del nervo mediano al polso. L'età media è stata di 37 anni. L'intervento chirurgico eseguito includeva la neurolisi esterna del neuroma e la copertura con lembo adipofasciale perforante ulnare (ulnar artery adipofascial flap/UAPAF: 4 casi) e con lembo perforante adipofasciale radiale (radial artery adipofascial flap/RAPAF: 4 casi). I pazienti sono stati rivalutati nel post-operatorio con un follow-up medio di 41 mesi e minimo di 18. La scala di valutazione del dolore è stata la VAS.

Risultati. Il dolore, valutato con la scala VAS, è migliorato da un pre-operatorio medio di 7.8 a 3.6. Si è avuta una completa risoluzione del dolore in 5 pazienti, una persistenza di dolore moderato in 2 pazienti e in un paziente non si è riscontrato alcun miglioramento. Non sono state rilevate complicanze nel sito donatore.

Discussione. La copertura di neuromi dolorosi del mediano con tessuto vascolarizzato, che protegge dai traumi e permette lo scorrimento del nervo, sembra essere una metodica efficace e sempre più utilizzata. Non pensiamo che la copertura con un lembo libero sia di maggior vantaggio rispetto all'utilizzo di una tecnica locale se quest'ultima impiega un tessuto ben vascolarizzato; per tale motivo suggeriamo per la copertura del nervo mediano l'utilizzo di lembi adipofasciali locali come l'UAPAF o il RAPAF.

Parole chiave: nervo mediano, neuroma, dolore, lembi perforanti, lembi fasciali

SUMMARY

Purpose. Treatment of painful neuroma in continuity of the median nerve at the wrist represents a difficult problem. The aim of treatment is to minimize pain and preserve the residual function of the median nerve. During the recent years attention has been focused on coverage and wrapping of neuroma with local or free flaps after neurolysis to improve vascularization, allow gliding of the nerve and protect the nerve from external traumas.

The purpose of this study is to review 8 patients with neuroma in continuity of the median nerve at wrist level treated with external neurolysis and covered using pedicle perforator adipofascial flaps.

Methods. Between 2004-2010, 8 patients with post-traumatic painful neuroma in continuity with residual

function of the median nerve at the wrist level were treated. Their mean age was 37 years old. All of the patients complained of wrist neuropathic pain with a positive Tinel sign in response to percussion over the site of the presumed neuroma. The surgical procedure included the external neurolysis of the neuroma and nerve coverage with the ulnar artery perforator adipofascial flap (UAPAF) (4 cases) and with the radial artery perforator adipofascial flap (RAPAF) (4 cases). The patients were reviewed at a postoperative mean follow-up of 41 months (range 18-84 months).

Results. Pain, evaluated according to the VAS test, improved from a preoperative median value of 7.8 to 3.6. There was complete resolution of pain in 5 patients, mild pain persisted in 2 and only 1 reported no improvement. No complication occurred on the harvesting site.

Discussion. Vascularized soft tissue coverage of painful median neuromas seems to be an effective and attractive treatment. We do not believe that a free flap is of any particular advantage over a well vascularized local technique. For this reason we suggest the use of local adipofascial flaps such as the UAPAF or RAPAF to protect the median nerve.

Keywords: median nerve, neuroma, pain, perforator flaps, fascial flaps

INTRODUZIONE

Il trattamento dei neuromi dolorosi in continuità del nervo mediano al polso rappresenta un problema complesso. I neuromi in continuità si manifestano all'interno dello spessore del nervo per risposta ad un danno fascicolare [1]. Il dolore neurogeno si può sviluppare dopo riparazione microchirurgica di una lesione del nervo mediano o quando la lesione è sottostimata e non trattata. I neuromi in continuità possono essere associati a tumefazione dolorosa al polso e a un incremento del dolore con parestesie evocate dalla palpazione. L'obiettivo del trattamento è di ridurre il dolore e di preservare la funzione residua del nervo mediano.

Tra le varie tecniche chirurgiche la neurolisi, rappresenta solitamente il primo approccio, anche se non sempre determina la risoluzione della sintomatologia dolorosa. La ricostruzione con innesti nervosi è riservata solo ai casi caratterizzati da assenza di funzione residua. La neurolisi dovrebbe essere eseguita cautamente per evitare la devascularizzazione del nervo e la formazione di una nuova cicatrice che potrebbe essere più aggressiva della precedente [2], alcuni Autori consigliano l'impiego di antiaderenziali, l'avvolgimento con vene o altro materiale per eludere la formazione di cicatrici perineurali.

Negli ultimi anni l'attenzione è stata incentrata sulla copertura e protezione dei neuromi con lembi locali [3-8] o liberi [9-13]. La copertura con lembo adipofasciale dopo neurolisi dovrebbe migliorare la vascularizzazione, permettendo inoltre lo scorrimento del nervo e la sua protezione da traumi esterni.

Scopo di questo lavoro è di rivalutare 8 pazienti trattati per neuromi dolorosi in continuità del nervo mediano al polso mediante neurolisi esterna e copertura con lembi adipofasciali vascularizzati locali.

MATERIALI E METODI

Nel periodo tra il 2004 e il 2010 sono stati trattati 8 pazienti (4 uomini e 4 donne) affetti da neuromi dolorosi in continuità, post-traumatici, del nervo mediano a livello del polso caratterizzati da una parziale funzione residua del nervo (Tab. 1). L'età media è stata di 39 anni (range 27-52 anni); l'arto interessato è stato quello dominante in 5 pazienti. In 5 pazienti il trauma iniziale aveva danneggiato parzialmente il nervo, riparato mediante neuroraffia. Nei restanti 3 casi, il nervo era stato lesionato attraverso piccole ferite da punta provocate da taglienti come vetri o metalli e inizialmente il danno nervoso era passato misconosciuto. Cinque pazienti erano già stati sottoposti a un intervento di neurolisi e in 4 pazienti la neurolisi era stata ripetuta. Il tempo intercorso tra il trauma iniziale e la copertura con tessuto vascularizzato è variato dai 9 ai 32 mesi (con una media di 19 mesi).

Le procedure chirurgiche impiegate hanno incluso la neurolisi esterna del nervo mediano e la sua copertura con un lembo adipofasciale perforante dell'arteria ulnare (UAPAF: 4 casi) o con un lembo adipofasciale perforante dell'arteria radiale (RAPAF: 4 casi). In entrambe le procedure si è utilizzato nel post-operatorio un tutore per immobilizzare il polso per 2 settimane.

Tabella 1. Dati clinici dei pazienti.

| Pazienti | Età (anni) | Sesso | Tipo di lesione del nervo mediano | N° di interventi di neurolisi | Tempo intercorso tra il trauma e l'intervento di copertura (mesi) | Lembo impiegato |
|----------|------------|-------|-----------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|
| 1 | 41 | M | Parziale | 2 | 20 | UAPAF |
| 2 | 33 | F | ND | 2 | 27 | UAPAF |
| 3 | 52 | M | Parziale | - | 9 | UAPAF |
| 4 | 49 | M | Parziale | - | 12 | UAPAF |
| 5 | 39 | F | ND | 1 | 18 | RAPAF |
| 6 | 35 | F | Parziale | 2 | 32 | RAPAF |
| 7 | 27 | F | Parziale | 2 | 21 | RAPAF |
| 8 | 38 | M | ND | - | 14 | RAPAF |

ND: non diagnosticata, UAPAF: Lembo Adipofasciale Perforante dell'Arteria Ulnare/ Ulnar Artery Perforator Adipofascial Flap, RAPAF: Lembo Adipofasciale Perforante dell'Arteria Radiale/ Radial Artery Perforator Adipofascial Flap.

Il criterio d'inclusione dei pazienti nello studio è stato il dolore cronico e severo presente a livello del nervo mediano incrementato da traumi diretti, con ripercussioni sulle attività quotidiane. Tutti i pazienti erano stati sottoposti a terapie conservative con risultati insoddisfacenti per un periodo superiore a 6 mesi. I pazienti lamentavano un dolore di tipo neuropatico a livello del neuroma in continuità con formicolio alla pressione e test provocativi di compressione positivi (Tab. 1). L'intensità del dolore è stata classificata impiegando il Visual Analogue Scale (VAS) che misura il dolore da 1 a 10 secondo una scala orizzontale (nessun dolore corrisponde a 0 mentre il dolore intollerabile corrisponde a un valore di 10).

Un deficit sensitivo è sempre stato segnalato nella regione del nervo mediano. Cinque pazienti hanno riportato un valore S3 e 3 di S3+ secondo la scala Highet. La funzione motoria dei muscoli tenari era di M5 in 2 casi, M4 in 3 casi e M3 nei restanti 3.

TECNICA CHIRURGICA

L'intervento è stato eseguito sia in anestesia periferica sia generale. La neurolisi esterna del nervo mediano è stata eseguita utilizzando mezzi ottici d'ingrandimento al fine di evitare possibili danni al nervo. In nessun paziente è stata eseguita una neurolisi interna.

Il *lembo perforante adipofasciale ulnare* è basato sulla branca dorsale dell'arteria ulnare che, accompagnata dalle vene comitanti, si trova a livello della linea immaginaria tracciata tra il pisiforme e l'epicondilo mediale e origina 4 cm circa prossimalmente

al pisiforme [4]. La sua precisa localizzazione può essere confermata dal Doppler [14]. Si tratta di un vaso costante con un diametro da 1 a 1.3 mm che passa al di sotto del flessore ulnare del carpo [4,15-17] secondo una linea obliqua da volare alla superficie dorso-ulnare dell'avambraccio [15]. L'arteria si divide in una branca discendente e una ascendente; quest'ultima è responsabile della vascolarizzazione dell'UAPAF [18,19].

Si esegue inizialmente un'incisione alla piega del polso con direzione ulnare per eseguire la neurolisi del mediano, l'incisione è poi proseguita lungo il margine ulnare per 8-10 cm (Fig. 1A). La cute è aperta esponendo il tessuto sottocutaneo. La dissezione prosegue in senso prossimale preservando il plesso venoso superficiale al fine di includerlo nel lembo. Si procede poi all'incisione del tessuto sottocutaneo lungo il margine radiale esponendo l'arteria ulnare (Fig. 1B). Quando il lembo raggiunge una lunghezza sufficiente, è inciso prossimalmente e dorso-ulnarmente; la dissezione prosegue in senso prossimo-distale includendo la fascia sottostante. A circa a 4 cm dal polso la dissezione generalmente s'interrompe al fine di verificare la presenza e l'esatta posizione della branca dorsale dell'arteria ulnare (Fig. 1C). Il ramo sensitivo dorsale del nervo ulnare, se incontrato durante la dissezione, deve essere isolato e preservato. Prima di rilasciare il laccio emostatico si deve verificare che il lembo possa coprire completamente il nervo mediano (Fig. 1D). Nel caso in cui il lembo raggiunga con difficoltà la zona di copertura, può essere passato sotto il FUC per aumentarne il suo arco di rotazione. In ogni caso il margi-

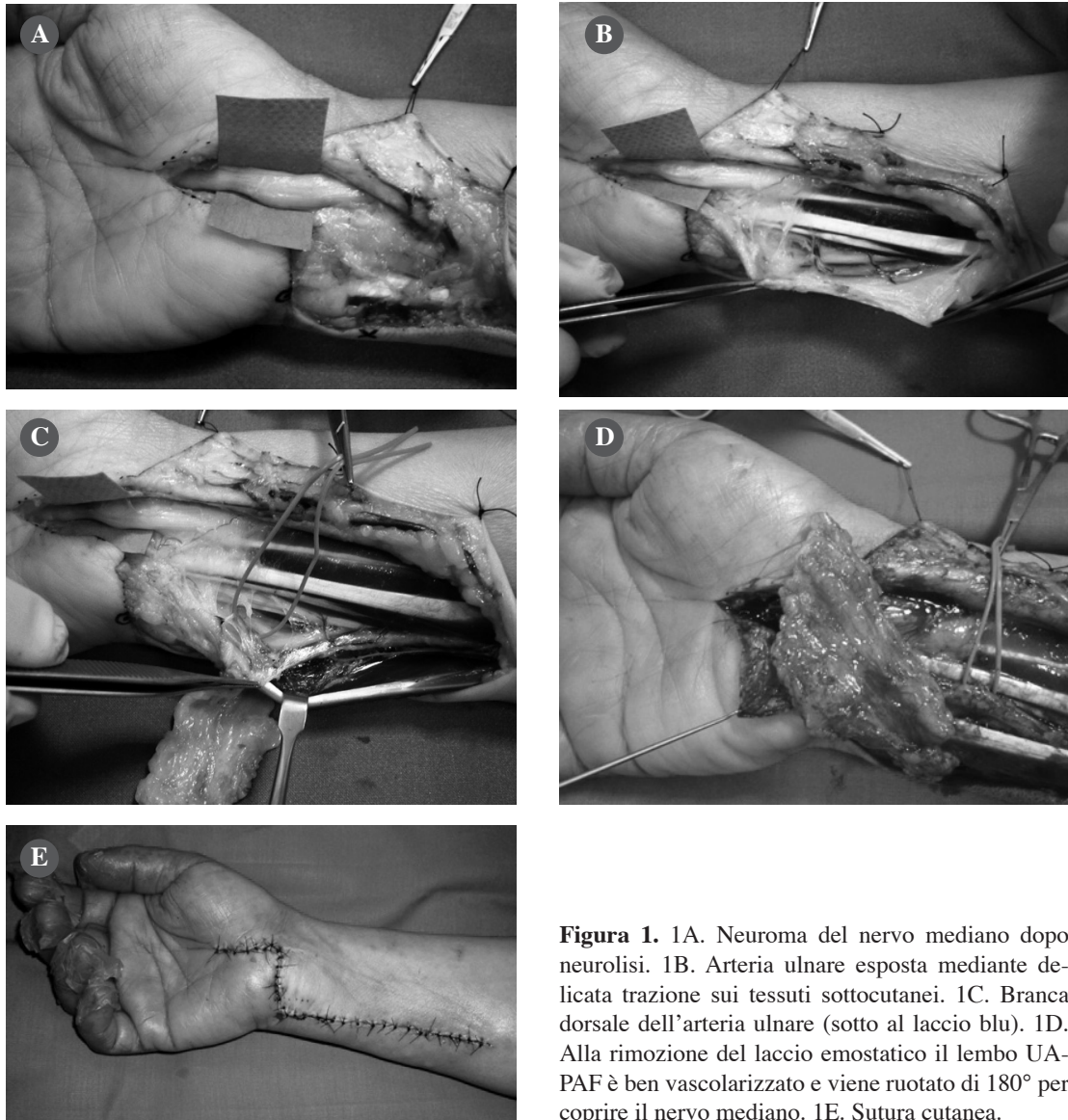


Figura 1. 1A. Neuroma del nervo mediano dopo neurolisi. 1B. Arteria ulnare esposta mediante delicata trazione sui tessuti sottocutanei. 1C. Branchia dorsale dell'arteria ulnare (sotto al laccio blu). 1D. Alla rimozione del laccio emostatico il lembo UA-PAF è ben vascolarizzato e viene ruotato di 180° per coprire il nervo mediano. 1E. Sutura cutanea.

ne sottocutaneo distale del lembo è preservato per assicurare una migliore vascolarizzazione. Il lembo adipofasciale è quindi ruotato di 180° e ancorato con pochi punti riassorbibili attorno al nervo mediano; si procede poi a chiusura della cute senza tensione (Fig. 1E).

Il *lembo perforante adipofasciale radiale* è basato sulle perforanti septo-cutanee dell'arteria radiale distale [5,20,21].

L'arteria radiale distalmente emerge nel setto fra il flessore radiale del carpo e il tendine del brachiora-

diale e a questo livello sono presenti circa 10 piccoli vasi perforanti con un diametro esterno compreso tra 0.3 e 0.9 mm [20-24]. Questi vasi originano approssimativamente 1.5 cm prossimalmente alla stiloide radiale con una ricorrenza in senso prossimale ogni 0.4-1.5 cm [21]. L'asse arterioso è accompagnato da un ricco plesso venoso. Per molti Autori il *pivot point* più sicuro per il peduncolo è a circa 2-4 cm dalla stiloide radiale [20,23-25]. La valutazione Doppler è solitamente inutile per la localizzazione delle perforanti [24]. Si esegue un'incisione al polso

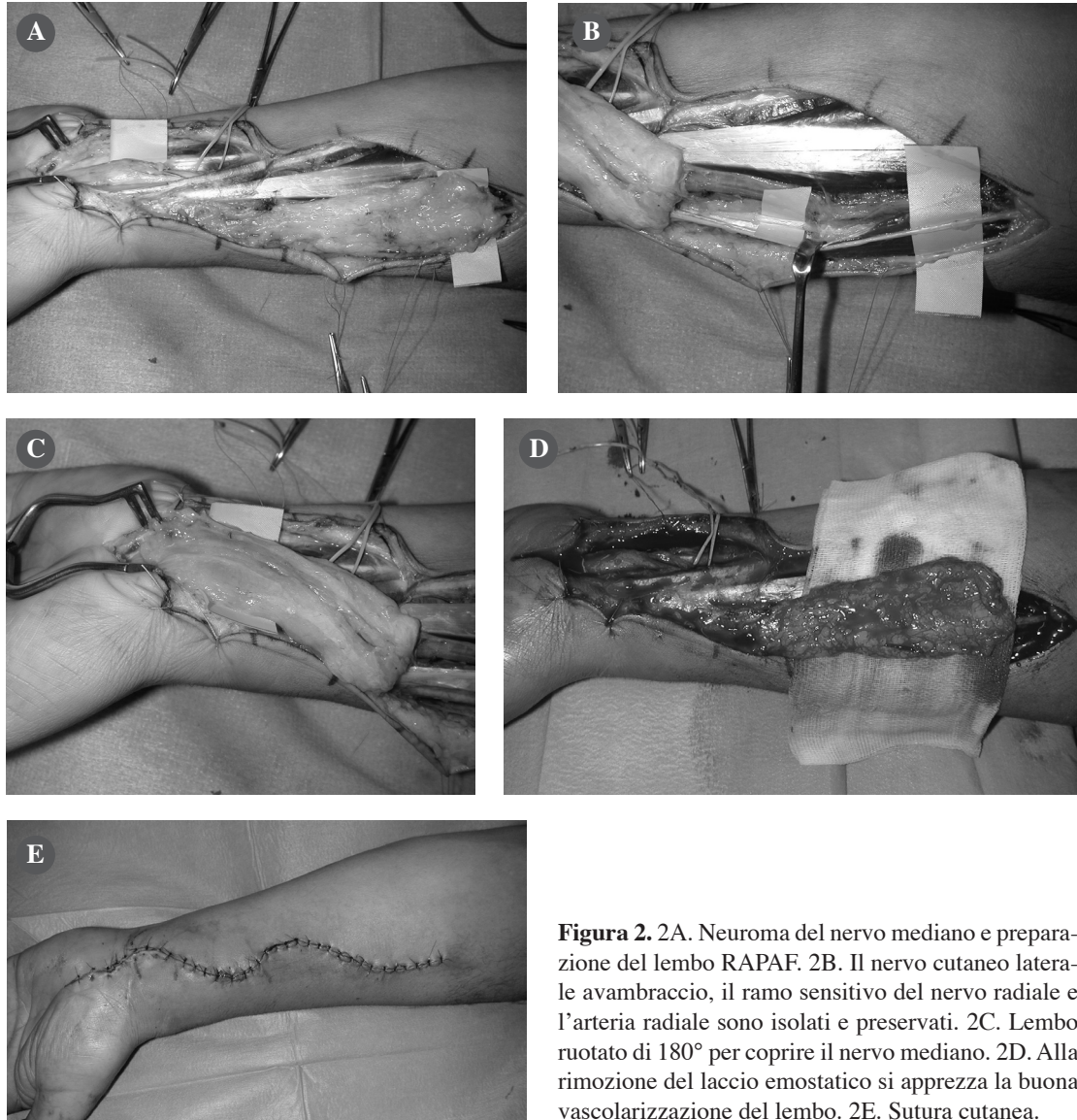


Figura 2. 2A. Neuroma del nervo mediano e preparazione del lembo RPAF. 2B. Il nervo cutaneo laterale avambraccio, il ramo sensitivo del nervo radiale e l'arteria radiale sono isolati e preservati. 2C. Lembo ruotato di 180° per coprire il nervo mediano. 2D. Alla rimozione del laccio emostatico si apprezza la buona vascolarizzazione del lembo. 2E. Sutura cutanea.

e dopo aver eseguito la neurolisi del nervo mediano, si prolunga prossimalmente per 8-10 cm lungo l'asse dell'arteria radiale. La cute è sollevata con delicatezza per conservare il più possibile il tessuto adiposo a tale livello. In questa fase la dissezione è molto simile a quella eseguita per l'UAPAF (Fig. 2A). L'incisione è approfondita fino alla fascia a livello del margine prossimale del lembo sia radialmente sia ulnarmente; il lembo adipofasciale è sollevato con la fascia lasciando l'arteria radiale intatta. La dissezione procede distalmente fino a 4 cm dalla stiloide radiale con

un peduncolo sottocutaneo largo circa 4 cm. I nervi laterali dell'avambraccio, compreso il ramo sensitivo del nervo radiale sono accuratamente isolati e preservati (Fig. 2B). La base distale del lembo è preservata includendo la fascia e il tessuto adiposo attorno alle perforanti septo-cutanee. In questa procedura non vi è la necessità di identificare i vasi perforanti a livello della stiloide radiale poiché la loro dissezione ne potrebbe provocare il danneggiamento. Il lembo è ruotato di 180° per coprire il nervo mediano (Fig. 2C); la rimozione del laccio emostatico consente di verifi-

Tabella 2. Risultati.

| Paziente | Valutazione preoperatoria | | | | Follow-up (mesi) | Valutazione postoperatoria | | | |
|----------|---------------------------|----------------|-----------------------|--|------------------|----------------------------|----------------|-----------------------|--|
| | VAS | Segno di Tinel | Valutazione sensitiva | Valutazione motoria dei muscoli tenari | | VAS | Segno di Tinel | Valutazione sensitiva | Valutazione motoria dei muscoli tenari |
| 1 | 8 | + | S3+ | M3 | 84 | 2 | - | S3+ | M3 |
| 2 | 10 | + | S3 | M3 | 62 | 9 | + | S3 | M3 |
| 3 | 7 | + | S3 | M5 | 49 | 4 | - | S3+ | M5 |
| 4 | 8 | + | S3+ | M4 | 30 | 3 | - | S3+ | M4 |
| 5 | 7 | + | S3 | M4 | 42 | 2 | - | S3+ | M4 |
| 6 | 9 | + | S3 | M3 | 28 | 5 | +- | S3 | M3 |
| 7 | 8 | + | S3 | M4 | 19 | 3 | +- | S3+ | M4 |
| 8 | 6 | + | S3+ | M5 | 18 | 1 | - | S3+ | M5 |

carne la vascolarizzazione (Fig. 2D). La procedura è completata con la sutura del lembo attorno al nervo mediano e con la sutura cutanea (Fig. 2E).

RISULTATI

Tutti i pazienti sono stati rivalutati con un follow-up medio di 41 mesi dopo l'intervento (range 18-84 mesi) (Tab. 2). Il dolore valutato con VAS test (0-10) è migliorato da un valore medio di 7.8 prima dell'intervento (range 6-10) a 3.6 (range 1-9) dopo la procedura chirurgica.

Si è riscontrata una risoluzione del dolore in 5 casi; il dolore, anche se attenuato rispetto a quello iniziale, è perdurato in 2 pazienti e un paziente non ha riportato alcun miglioramento dalla procedura chirurgica.

Il segno di Tinel e il dolore alla pressione sono diminuiti in 5 pazienti, in 2 il miglioramento è stato transitorio e un paziente non ha riportato alcun giovamento.

In 3 casi la sensibilità è variata da S3 a S3+ secondo l'Highet-Zachary score. Nei rimanenti 5 pazienti la sensibilità non si è modificata.

Non abbiamo inoltre riscontrato cambiamenti nella funzione motoria tenare secondo la scala del British Medical Council.

DISCUSSIONE

I neuromi del nervo mediano si possono sviluppare dopo cicatrici o insufficienti riparazioni microchirurgiche del nervo mediano e il loro trattamento appare controverso. Le tecniche impiegate sono molte e una delle più diffuse consiste nella copertura con tessuti vascolarizzati [26]. La copertura di neuromi me-

dante lembi, dopo neurolisi, non è una tecnica nuova [9,27,28]. Sono stati utilizzati molti lembi sia liberi [2,9-13] che locali [1-3,5-8,19,24]; entrambe le tecniche permettono di coprire il nervo con un tessuto ben vascolarizzato e offrono una superficie di scorrimento per il nervo stesso. L'obiettivo di queste tecniche è di aumentare la nutrizione del nervo, diminuire l'adesione cicatriziale post-chirurgica e prevenire una lesione al nervo dovuta al contatto con la cute sovrastante mediante un'adeguata protezione [1]. Gli svantaggi maggiori dei lembi liberi sono la necessità dell'utilizzo della microchirurgia, lunghi tempi operatori e l'uso frequente dell'anestesia generale. In aggiunta i lembi fascio-cutanei, come il laterale di braccio [2,11,13] o lo scapolare [2,11], determinano una copertura con un lembo esuberante [1,2] che spesso richiede un successivo intervento di sgrasamento e rimodellamento e per questo motivo non sono consigliabili in questa tipologia di pazienti [29]. I lembi locali possono invece essere eseguiti in anestesia di plesso, riducendo i tempi operatori, i rischi legati alla microchirurgia e la morbidità del sito donatore. Tra i lembi locali la maggiore attenzione è stata rivolta ai lembi fasciali [1,2,5-7,19,24,27-30]. Il lembo fasciale antibrachiale [6,7] è stato il lembo fasciale a isola più utilizzato; il suo principale svantaggio è il sacrificio dell'arteria radiale, che può essere evitato prelevandolo sui vasi perforanti dell'arteria radiale [5,20-25]. Un'altra possibilità è rappresentata dal lembo perforante adipofasciale ulnare (UAPAF) basato sulla branca dorsale dell'arteria ulnare. Entrambi i lembi sono abbastanza larghi da poter coprire il nervo mediano dalla porzione di-

stale di avambraccio fino al polso, anche se il RAPAF permette di ottenere un lembo più largo.

A differenza di altri Autori [29] la nostra tecnica prevede di includere con la fascia del tessuto adiposo, consentendo di coprire il nervo in superficie con un tessuto più spesso composto di fascia e tessuto adiposo e in profondità di sola fascia. In questo modo il nervo mediano è completamente isolato dai tendini flessori adiacenti e protetto dai possibili traumi esterni. Questo evita gli eventuali insuccessi legati a lembi troppo sottili [2].

I lembi adipofasciali perforanti pedunculati sono una procedura semplice: sono allestiti facilmente e garantiscono un sufficiente apporto ematico. Solitamente la copertura dei neuromi con tessuto vascolarizzato dovrebbe essere riservata solo a gruppi di pazienti selezionati dopo un'iniziale neurolisi chirurgica caratterizzata da insuccesso.

L'esperienza con UAPAF e RAPAF ci ha incoraggiato nell'uso dei lembi adipofasciali anche come primo approccio chirurgico. Non abbiamo osservato differenze rilevanti in termini di tecnica chirurgica o di risultati funzionali tra i due lembi utilizzati ed è pertanto difficile raggiungere una conclusione su quale dei due lembi sia meglio utilizzare: entrambi possono essere eseguiti in anestesia di plesso e la decisione finale dipende pertanto dalle condizioni locali e dalle preferenze del chirurgo.

I risultati ottenuti sono simili a quelli riportati in letteratura con metodiche simili [1,11,29]. Cinque pazienti su 8 hanno avuto una completa remissione della sintomatologia dolorosa, 2 una risoluzione parziale dei disturbi. Un paziente non ha mostrato segni di miglioramento sin dai primi giorni post-operatori. La spiegazione potrebbe risiedere nella presenza di un eccessivo tessuto cicatriziale presente a livello intraneurale. Si tratterebbe di neuromi conseguenti a lesioni riconducibili al tipo 3 secondo Sunderland dove una fibrosi intraneurale può essere la causa di un dolore costante e cronico che non recede anche dopo la neurolisi esterna e la copertura con un lembo vascolarizzato.

Il trattamento eseguito sembrerebbe essere indicato particolarmente in quei casi nei quali il dolore è provocato dalla stretta vicinanza del neuroma alla cute e dalla difficoltà che il nervo ha di scorrere nei movimenti del polso, causa la presenza di cicatrici perineurali.

Questo studio tuttavia, come molti altri, presenta una casistica limitata di pazienti e questo ne rappresenta un limite importante [31].

Sarà necessario eseguire uno studio prospettico per confermare la superiorità di questa tecnica di copertura rispetto alle altre [32,33], reclutando un maggior numero di pazienti, raccolti con uno studio multicentrico; solo così si potrà confermare la validità e l'efficacia di questa tecnica.

BIBLIOGRAFIA

1. Elliot D, Sierakowski A. The surgical management of painful nerves of the upper limb: a unit perspective. *J Hand Surg* 2011; 36E: 760-70.
2. Jones NF, Shaw WW, Katz RG, Angels L. Circumferential wrapping of a flap around a scarred peripheral nerve for salvage of end-stage traction neuritis. *J Hand Surg Am* 1997; 22: 527-35.
3. Adani R, Tarallo L, Marcoccio I, Battiston B. Management of neuroma in continuity of the median nerve with the pronator quadratus muscle flap. *Ann Plast Surg* 2002; 48: 35-40.
4. Becker C, Gilbert A. The cubital flap. *Ann Chir Main* 1988; 7: 136-42.
5. Braun RM, Rechnic M, Neill-Cage DJ, Schorr RT. The retrograde fascial forearm flap: surgical rationale, technique, and clinical application. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 915-22.
6. Tham SK, Ireland DC, Riccio M, Morrison WA. Reverse radial artery fascial flap: a treatment for the chronically scarred median nerve in recurrent carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 1996; 21: 849-54.
7. Luchetti R, Riccio M, Papini Zorli I, Fairplay T. Protective coverage of the median nerve using fascial, fasciocutaneous or island flaps. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006; 38: 317-30.
8. Wulle C. The synovial flap as treatment of the recurrent carpal tunnel syndrome. *Hand Clin* 1996; 12: 379-88.
9. Wintch K, Helaly P. Free flap of gliding tissue. *J Reconstr Microsurg* 1986; 2: 143-51.
10. Jones NF. Treatment of chronic pain by "wrapping" intact nerves with pedicle and free flaps. *Hand Clin* 1996; 12: 765-72.
11. Dahlin LB, Lekholm C, Kardum P, Holmberg J. Coverage of the median nerve with free and pedicle flaps for the treatment of recurrent severe carpal tunnel syndrome. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2002; 36: 172-6.
12. Goitz RJ, Steichen JB. Microvascular omental transfer for the treatment of severe recurrent median neuritis of the wrist: a long term follow-up. *Plast Reconstr Surg* 2005; 115: 163-71.

13. Krishnan KG, Pinzer T, Schackert G. Coverage of painful peripheral nerve neuromas with vascularized soft tissue: method and results. *Neurosurgery* 2005; 56: 369-78.
14. Ono S, Sebastin JS, Yazaki N *et al.* Clinical applications of perforator-based propeller flaps in upper limb soft tissue reconstruction. *J Hand Surg Am* 2011; 36: 853-63.
15. Karacalar A, Ozcan M. Use of a subcutaneous pedicle ulnar flap to cover skin defects around the wrist. *J Hand Surg Am* 1998; 23: 551-5.
16. Unal C, Ozdemir J, Hasdemir M. Clinical application of the distal ulnar artery perforator flap in hand trauma. *J Reconstr Microsurg* 2011; 27: 559-65.
17. Georgescu AV, Matei I, Ardelean F, Capota I. Microsurgical nonmicrovascular flaps in forearm and hand reconstruction. *Microsurgery* 2007; 27: 384-94.
18. Sananpanich K, Kun Tu Y, Kraissarin J, Chalidapong P. Reconstruction of limb soft-tissue defects: using pedicle perforator flaps with preservation of major vessels, a report of 45 cases. *Injury* 2008; 39: 55-66.
19. Page R, Chang J. Reconstruction of hand soft-tissue defects: alternatives to the radial forearm fasciocutaneous flap. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 847-56.
20. Goffin D, Brunelli F, Galbiatti A *et al.* A new flap based on the distal branches of the radial artery. *Ann Hand Surg* 1992; 11: 217-25.
21. Weinzweig N, Chen L, Chen ZW. The distally based radial forearm fasciosubcutaneous flap with preservation of the radial artery: An anatomic and clinical approach. *Plast Reconstr Surg* 1994; 94: 675-84.
22. Yang D, Morris SF, Tang M, Geddes C. Reversed forearm island flap supplied by the septocutaneous perforator of the radial artery: anatomical basis and clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 2003; 112: 1012-16.
23. Saint-Cyr M, Mujadizic M, Wong C *et al.* The radial artery pedicle perforator flap: vascular analysis and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 2010; 125: 1469-78.
24. Ho AM, Chang J. Radial artery perforator flap. *J Hand Surg Am* 2010; 35: 308-11.
25. Jeng S-F, Wei F-C. The distally based forearm island flap in hand reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1998; 102: 400-6.
26. Watson J, Gonzalez M, Romero A, Kerns J. Neuromas of the hand and upper extremity. *J Hand Surg Am* 2010; 35: 499-510.
27. Millesi H. Invited discussion. Free flap of gliding tissue. *J Reconstr Microsurg* 1986; 2: 151-2.
28. Millesi H, Zoch G, Rath T. The gliding apparatus of peripheral nerve and its clinical significance. *Ann Chir Main Memb Super* 1990; 9: 87-97.
29. Elliot D, Lloyd M, Hazari A *et al.* Relief of the pain of neuromas-in-continuity and scarred median and ulnar nerves in the distal forearm and wrist by neurolysis, wrapping in vascularised forearm fascial flaps and adjunctive procedures. *J Hand Surg* 2010; 35E: 575-82.
30. Noor S, Rajaratnam V, Jose R. The adipofascial flap based on an ulnar artery perforator: an alternative option for recurrent carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 2012; 37E: 895.
31. Elliot D. Commentary on Vaienti *et al.* Perineural fat grafting in the treatment of painful end-neuromas of the upper limb. *J Hand Surg* 2012; 38E: 43.
32. Varitimidis SE, Riano F, Vardakas DG, Soteranos DG. Recurrent compressive neuropathy of the median nerve at the wrist. Treatment with autogenous saphenous vein wrapping. *J Hand Surg* 2000; 25E: 271-5.
33. Vaienti L, Merle M, Battiston B *et al.* Perineural fat grafting in the treatment of painful end-neuromas of the upper limb: a pilot study. *J Hand Surg* 2013; 38E: 36-42.

TRATTAMENTO CHIRURGICO PER LA COMPRESSIONE DEL NERVO ULNARE AL GOMITO: DIFFICILE RESTITUTIO AD INTEGRUM CLINICA CON SODDISFACENTE OUTCOME

Amedeo Bini, Luca Monestier, Nicolò Migliavacca, Giorgio Pilato

Dipartimento di Scienze Ortopediche e Traumatologiche "M. Boni", Università dell'Insubria, Ospedale di Circolo, Varese

Referente

Amedeo Bini - Dipartimento di Scienze Ortopediche e Traumatologiche "M. Boni" - Università dell'Insubria, Ospedale di Circolo - Viale Borri, 57 - 21100 Varese - E-mail: amedeobini@hotmail.com

SURGICAL TREATMENT OF ULNAR NERVE COMPRESSION AT THE ELBOW: DIFFICULT RESTITUTIO AD INTEGRUM WITH GOOD CLINICAL OUTCOME

SINTESI

La sindrome da compressione del nervo ulnare al gomito rappresenta una delle più frequenti sindromi canalicolari dell'arto superiore.

Le metodiche principalmente descritte possono essere suddivise in tre gruppi: decompressione semplice, neurolisi con eventuale epineurotomia e neurolisi associata a trasposizione anteriore del nervo.

Nel presente studio è stata condotta una revisione dei risultati ottenuti su pazienti trattati con neurolisi secondo Osborne (28 pazienti) oppure trasposizione anteriore sottocutanea (62 pazienti), valutando eventuali correlazioni con fattori di rischio.

In tutti i casi, la diagnosi di compressione del nervo ulnare al gomito è clinica, e successivamente confermata da esame elettromiografico. I risultati sono stati classificati secondo il metodo di Nouhan e Kleinert. In accordo con la classificazione, nella sottopopolazione 1 sono stati osservati risultati eccellenti (43%), buoni (50%) e mediocri (7%); nella sottopopolazione 2 risultati eccellenti (48%), buoni (50%) e mediocri (2%); non abbiamo riscontrato nessun risultato negativo in entrambi i gruppi.

La maggior parte dei pazienti si è dichiarata molto soddisfatta e che si sarebbe nuovamente sottoposta al trattamento chirurgico praticato.

Non abbiamo dovuto lamentare alcuna complicanza degna di nota.

Abbiamo osservato remissione clinica completa in 13 pazienti (45%) della sottopopolazione 1 e in 19 pazienti (31%) della sottopopolazione 2; un netto miglioramento è stato osservato rispettivamente in 14 casi (50%) e in 42 casi (67%).

Le prove dinamometriche documentano un recupero delle forze di presa maggiori dell'80% rispetto all'arto controlaterale in 16 pazienti (88,9%) del gruppo 1 e in 37 pazienti (88,1%) del gruppo 2.

Il trattamento chirurgico della sindrome da compressione del nervo ulnare al gomito permette al paziente di condurre nuovamente una vita normale; tuttavia, la *restituito ad integrum* in questa patologia è possibile solo in un numero limitato di casi: ad eziologia idiopatica, entità lieve della lesione e breve durata.

La trasposizione anteriore sottocutanea si è rivelata adeguata nella nostra esperienza nel trattamento dei casi in cui venga riscontrata non solo una causa di compressione bensì anche di attrito e stiramento che sono componenti non eliminabili di danno sul nervo con la semplice decompressione. Negli altri casi, invece, riteniamo che la decompressione semplice sia la tecnica adeguata in quanto tecnica poco invasiva con elevata percentuale di successo.

La scelta tra decompressione semplice o di TAS si basa pertanto sulla condizione dell'eziopatogenesi e quindi sulla distinzione fra forme primarie e secondarie.

Parole chiave: nervo ulnare, gomito, compressione, outcome, trattamento

SUMMARY

Entrapment of the ulnar within cubital tunnel is one of the most common neuropathy of upper extremity. Many surgical treatments are described in literature and could be divided into three groups: nerve decompression, neurolysis with epineurotomy, neurolysis with anterior transposition.

In this study we assessed patients who underwent to ulnar neurolysis described by Osborne (28 cases) or subcutaneous anterior transposition (62 cases), evaluating correlations with risk factors.

Ulnar entrapment neuropathy was diagnosed clinically and successively confirmed by the means of electromyography. Results were classified as described by Nouhan and Kleinert: in group 1 results were excellent (43%), good (50%) and middling (7%); in group 2 excellent (48%), good (50%) and middling (2%); no poor results were assessed.

Most of the patients were very satisfied with the treatment. No surgical complication was reported.

We observed complete clinical remission in 13 cases (45%) of group 1 and in 19 cases (31%) of group 2; clinical improvement was assessed respectively in 14 cases (50%) and 42 cases (67%).

Most of the patients in both populations regained more than 80% of strength at dynamometric tests.

Surgical treatment of ulnar compression neuropathy within cubital tunnel allow patients to obtain almost normal life-quality; however, *restitutio ad integrum* is difficult and possible only in a few cases: idiopathic neuropathy, early diagnosis and mild clinical symptoms.

In our experience, anterior transposition is indicated only in those patients whose neuropathy is caused not only by compression but also by friction and stretching mechanisms. In the remaining cases, ulnar decompression is the most adequate technique.

For this reasons, we believe that the choice between decompression with or without anterior transposition should be based mainly on aetiopathogenetic conditions, if neuropathy is primary or secondary.

Keywords: ulnar nerve, anterior trans position, neurolysis, risk factors, clinical outcome.

INTRODUZIONE

La sindrome da compressione del nervo ulnare rappresenta la seconda più frequente neuropatia compressiva dell'arto superiore, preceduta unicamente dalla sindrome del tunnel carpale [1-3].

Nel 1878 Panas per primo descrisse tale sintomatologia in tre pazienti affetti da compressione post-traumatica del nervo ulnare [4]; da allora, numerosi studi hanno ampiamente trattato questa sindrome, e tutt'oggi il suo trattamento è fonte di dibattito in letteratura [5-8].

Le metodiche principalmente descritte possono essere suddivise in tre gruppi: liberazione del nervo mediante sua decompressione al canale cubitale tramite sezione del legamento epitrocleo-olecranicco e dell'arcata di Osborne, neurolisi esterna ed eventuale epineurotomia; liberazione del nervo con trasposizione anteriore (intramuscolare, sottocutanea, submuscolare, microchirurgica con peduncolo vascolare); liberazione del nervo associata ad epicondilectomia mediale [9-14]. Negli ultimi anni è stata descritta una recente tecnica endoscopica di neurolisi del nervo ulnare al gomito [15].

Nel presente studio è stata condotta una revisione

dei risultati ottenuti su pazienti trattati con trasposizione anteriore sottocutanea (TAS) oppure neurolisi secondo Osborne, valutando eventuali correlazioni con fattori di rischio (eziopatogenesi, durata ed entità dei sintomi) [8,11]. Si tratta nella nostra esperienza di due tecniche chirurgiche non confrontabili in quanto destinate a condizioni patologiche differenti del nervo. Lo scopo di questa revisione è stato quello di analizzare la qualità dei risultati ottenibile chirurgicamente al fine di verificare se e in che misura sia possibile trattare la compressione del nervo ulnare al gomito.

MATERIALI E METODI

98 pazienti affetti da compressione del nervo ulnare al gomito sono stati trattati presso il nostro istituto tra il 1998 e il 2012. Nella revisione sono stati esclusi i pazienti affetti da sclerodermia, amiloidosi, diabete mellito e sindromi da schiacciamento multiplo. Al follow-up medio di 71 mesi (range 20-157 mesi), 8 pazienti non hanno aderito: 3 pazienti hanno riferito telefonicamente risoluzione della sintomatologia pre-operatoria ma hanno preferito non aderire allo studio; 5 sono risultati irreperibili.

La popolazione oggetto di studio è stata suddivisa in due sottopopolazioni in base al trattamento eseguito. La prima sottopopolazione comprende 28 pazienti, con età media di 51,7 anni (range 16-82) ed uguale distribuzione tra i sessi (14 uomini vs 14 donne). Tutti i pazienti, affetti da sindrome ad eziologia idiopatica, sono stati sottoposti a semplice decompressione del nervo ulnare.

La seconda sottopopolazione comprende 62 pazienti con età media di 57,3 anni (range 28-72) e prevalenza di individui di sesso maschile (43 uomini vs 27 donne).

Tutti i pazienti sono stati sottoposti a decompressione del nervo associata a trasposizione anteriore sottocutanea. 20 pazienti con diagnosi pre-operatoria di apparente forma idiopatica: tuttavia, in 15 casi è stata documentata intra-operatoriamente fibrosi perineurale a verosimile origine microtraumatica, mentre nei restanti 5 un quadro di lussazione del nervo; in 42 pazienti è stato documentata una forma secondaria: 8 casi presentavano quadro di artrosi primaria al gomito, 2 pazienti calcificazioni eterotopiche, 13 presentavano una progressiva frattura di gomito (di cui 10 con artrosi secondaria e 3 con un valgismo secondario $>15^\circ$); in 8 pazienti esisteva una relazione diretta con l'attività lavorativa che comportava la costante flessione del gomito appoggiato al piano di lavoro (orafi, stiratrici, operai in calzaturificio e camionisti), 3 pazienti erano portatori di gomito valgo non traumatico (valgismo $>15^\circ$), in 3 pazienti esisteva una correlazione diretta con l'attività sportiva (lanciatori del peso e ciclisti), 3 pazienti con pregresso trauma al gomito, 2 casi con recidiva post-chirurgica della sintomatologia.

In accordo con la classificazione di Mc Gowan [16], nella prima sottopopolazione sono stati evidenziati: 19 casi di grado I (68%), 9 casi di grado II (32%), nessun caso di grado III; nella seconda popolazione, 12 casi erano di grado I (19%), 38 casi erano di grado II (62%), 12 casi erano di grado III (19%).

La durata media dei sintomi era stata di 21,5 mesi (range 2-78) nel prima sottopopolazione e di 15 mesi (range 3-60) nella seconda.

I pazienti sono stati sottoposti ad intervento chirurgico di trasposizione anteriore sottocutanea (TAS) oppure neuretomi secondo Osborne [8,11].

In tutti i casi, la diagnosi di compressione del nervo ulnare al gomito è stata posta sulla clinica, e successivamente confermata da un esame elettromiografico [17-19]. La valutazione clinica si è basata anche sull'utilizzo di test specifici, quali: test di Tinel al

canale cubitale, Elbow flexion test, test di Froment, test di Earle, test di Wartenberg, test di Mumenthaler, test di Sunderland, test di Childress. Negli ultimi anni come suggerito dalla letteratura e vista l'esperienza di forme apparentemente idiopatiche rivelatesi secondarie, abbiamo completato nei casi dubbi l'iter diagnostico con un'ecografia.

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad una valutazione soggettiva e obiettiva ed i risultati sono stati classificati secondo il metodo di Nouhan e Kleinert modificando quello di Kleinman e Bishop [20,21]. Questo sistema di valutazione tiene conto di parametri soggettivi e oggettivi, e prevede un totale massimo di 9 punti. Il risultato viene classificato in base al punteggio come eccellente (8-9 punti), buono (5-7 punti), mediocre (3-4 punti) e cattivo (0-2 punti).

I sintomi indagati nella visita di controllo consistono in parestesie, dolore ed impaccio motorio. Sono stati valutati secondo una scala analogica visuale (VAS) considerando il valore massimo di 10 riferito all'entità del sintomo prima dell'intervento. Il paziente veniva considerato asintomatico solo se per tutti i parametri considerati il risultato VAS era 0; i sintomi venivano invece classificati lievi per valori fra 1 e 4, moderati fra 5 e 7, severi fra 8 e 10, e la classificazione ha tenuto conto sempre del parametro peggiore.

Il recupero della forza è stato valutato misurando la forza di presa in percentuale rispetto all'arto controlaterale; abbiamo utilizzato un dinamometro idraulico per mano Jamar (Baseline Fabrication Enterprise inc., Irvington, NY, 10533, USA) e un dinamometro Pinch Gauge (B&L Engineering, Tustin, CA, 92780, USA).

Il recupero della sensibilità è stato valutato mediante il test di discriminazione statica di due punti.

Abbiamo poi considerato, per entrambi i gruppi, l'influenza sul risultato di alcuni fattori relativi al paziente (età, valgismo del gomito), alla patologia (eziologia, durata dei sintomi, gravità dei sintomi) e alla tecnica chirurgica stessa.

RISULTATI

In accordo con la classificazione di Nouhan e Kleinert, nella sottopopolazione 1 sono stati osservati risultati eccellenti in 12 pazienti (43%), buoni in 14 (50%) e mediocri in 2 (7%). Nella sottopopolazione 2 sono stati osservati risultati eccellenti in 30 pazienti (48%), buoni in 32 (50%) e mediocri in 3 (2%); non abbiamo riscontrato nessun risultato cattivo in entrambi i gruppi (Tabella 1).

Tabella 1. Risultati sottopolazione 1 e 2.

| | Sottopolazione 1 | Sottopolazione 2 |
|------------|-------------------|-------------------|
| Eccellenti | 12 pazienti (43%) | 30 pazienti (48%) |
| Buoni | 14 pazienti (50%) | 32 pazienti (50%) |
| Mediocri | 2 pazienti (7%) | 3 pazienti (2%) |
| Cattivi | / | / |

Tabella 2. Risultati soggettivi nelle due sottopolazioni.

| | Sottopolazione 1 | Sottopolazione 2 |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Asintomatici | 13 pazienti (45%) | 19 pazienti (31%) |
| Molto migliorati | 14 pazienti (50%) | 42 pazienti (67%) |
| Invariati | 1 paziente (5%) | 1 paziente (2%) |

Tabella 3. Risultati soggettivi per grado pre-operatorio.

| | | Asintomatici | Migliorati | Invariati |
|------------------|-----------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Sottopolazione 1 | Grado I | 7 pazienti (36,4%) | 12 pazienti (63,6%) | / |
| | Grado II | 5 pazienti (55,6%) | 3 pazienti (33,3%) | 1 paziente (11,1%) |
| | Grado III | / | / | / |
| Sottopolazione 2 | Grado I | 3 pazienti (25%) | 9 pazienti (75%) | / |
| | Grado II | 15 pazienti (39,5%) | 23 pazienti (60,5%) | / |
| | Grado III | 2 pazienti (16,7%) | 9 pazienti (75%) | 1 paziente (8,3%) |

La maggior parte dei pazienti si è dichiarata molto soddisfatta anche di fronte ad un risultato di non guarigione, in quanto il miglioramento ottenuto li aveva riportati ad un livello della qualità di vita simile a quello che avevano prima dell'insorgenza della patologia. Hanno inoltre dichiarato che si sarebbero nuovamente sottoposti al trattamento chirurgico praticato. Nessun paziente ha accettato una successiva valutazione strumentale mediante esame elettromiografico.

Non abbiamo dovuto lamentare alcuna complicanza degna di nota.

Pertanto abbiamo ritenuto opportuno, a fronte del risultato complessivo, per meglio comprendere il dato di soddisfazione del paziente, analizzare ogni singolo parametro valutato.

Dal punto di vista della sintomatologia, una remissione completa è stata osservata in 13 pazienti (45%) della sottopolazione 1 e in 19 pazienti (31%) della sottopolazione 2; un netto miglioramento è stato osservato rispettivamente in 14 casi (50%) e in 42 casi (67%); in entrambe le sottopolazioni; un paziente non ha avuto miglioramenti (Tabella 2).

Sono stati inoltre analizzati i risultati soggettivi riportati dai pazienti in correlazione con il grado pre-operatorio del quadro clinico e la durata dei sintomi (Tabelle 3 e 4).

Per quanto riguarda la durata dei sintomi nel periodo pre-operatorio, i risultati nei due gruppi sono distribuiti come appare nella Tabella 4.

Le parestesie, presenti anch'esse nella totalità dei pazienti, sono scomparse nel 66,7% dei casi del gruppo

Tabella 4. Risultati soggettivi gruppo 1 per durata sintomi.

| | Durata Sintomi (mesi) | Asintomatici | Migliorati | Invariati |
|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Sottopopolazione 1 | 0 - 12 | 7 pazienti (70,0%) | 3 pazienti (30,0%) | / |
| | 12 - 24 | 3 pazienti (43%) | 4 pazienti (57%) | / |
| | > 24 | 2 pazienti (18,2%) | 7 pazienti (63,6%) | 2 pazienti (18,2%) |
| Sottopopolazione 2 | 0 - 12 | 15 pazienti (40,5%) | 21 pazienti (56,8%) | 1 paziente (2,7%) |
| | 12 - 24 | 3 pazienti (25%) | 9 pazienti (75%) | / |
| | > 24 | 2 pazienti (15,4%) | 11 pazienti (84,6%) | / |

1 e nel 64,3% dei casi del gruppo 2 e migliorate rispettivamente nel 33,3% e 35,7%; l'entità media delle parestesie residue è risultata rispettivamente di 1,5 e 1,8. Anche questo disturbo residuo è stato considerato dai pazienti di lieve entità. Solo in un paziente del gruppo 2 queste sono rimaste invariate.

L'impaccio motorio riferito prima dell'intervento da 7 pazienti del gruppo 1 è scomparso in 6 pazienti (85,7%) e solo in 1 paziente è rimasto invariato (14,3%); nel gruppo 2 è stato riferito da 34 pazienti, si è risolto completamente in 20 casi (58,9%) ed è migliorato in 13 casi (38,2%). Solo in un paziente (2,9%) è rimasto invariato.

L'ipoestesia cutanea presente in 13 pazienti del gruppo 1 è scomparsa in 9 casi (69,3%) e migliorata in 4 casi (30,7%). Nel gruppo 2 era presente in 35 pazienti, è scomparsa in 23 casi (65,7%) e migliorata in 13 casi (34,3%).

Le prove dinamometriche documentano un recupero delle forze di presa maggiori dell'80% rispetto all'arto controlaterale in 16 pazienti (88,9%) del gruppo 1 e in 37 pazienti (88,1%) del gruppo 2.

L'atrofia muscolare degli interossei osservata prima dell'intervento in 8 pazienti del gruppo 2 è risultata non peggiorata.

DISCUSSIONE

Il trattamento della sindrome compressiva del nervo ulnare al gomito rappresenta un argomento di notevole interesse: i numerosi studi presenti in letteratura a riguardo tuttavia non permettono di definire quale sia la migliore scelta terapeutica tra quelle a disposizione.

Tradizionalmente nella nostra clinica ci siamo affidati ad una tecnica di neurolisi o di trasposizione anteriore sottocutanea.

In un suo lavoro [5], Dellon definisce tre parametri su cui basare la scelta terapeutica: la comprensione dell'eziologia; valutazione della fisiopatologia della compressione del nervo ulnare al gomito; problematiche relative alle varie tecniche chirurgiche.

Sulla base della sola eziologia, la semplice decompressione è stata effettuata in tutti i casi idiopatici, mentre nelle forme secondarie (valgismo del gomito costituzionale o post-traumatico, artrosi primaria o secondaria, condromatosi, esiti viziosa consolidazione, traumi contusivi diretti, condizioni funzionali occupazionali, lussazioni e sublussazioni evidenziate clinicamente nel pre-operatorio) la scelta è stata di TAS. Quest'ultima opzione è stata scelta, inoltre, nei casi in cui intra-operatoriamente veniva riscontrata una fibrosi peri-neurale o sublussazione del nervo durante la flessione-estensione del gomito.

Pertanto, in accordo con Dellon, nelle forme secondarie lo sviluppo del quadro sintomatologico non può essere riconducibile unicamente ad un meccanismo di compressione, bensì anche a meccanismi di attrito (osteofiti) o di stiramento (gomito valgo): per tale motivo, troviamo giustificato scegliere di trattare questi casi mediante TAS, in quanto la semplice decompressione permette certamente di agire sull'effetto compressivo ma non sull'attrito e sullo stiramento. Circa il terzo parametro di Dellon, la semplice decompressione è stata scelta in tutti i casi possibili in considerazione della minor esposizione a rischi peri-operatori rispetto alla TAS. La decompressione

semplice offre il vantaggio di un'esecuzione relativamente semplice in tempi brevi con un post-operatorio limitato, con recupero veloce per il paziente. Entrambe le tecniche sono supportate da buoni risultati della letteratura: nelle decompressioni i risultati sono soddisfacenti nel 50-98% dei casi, mentre nelle TAS sono soddisfacenti nell'81-94% [22-33].

Queste nostre conclusioni si avvicinano a quelle di Gervasio *et al.* [6], i quali affermano che la semplice decompressione sia sufficiente a ridare al nervo elasticità e migliorare la pressione intraneurale.

Per quanto concerne la TAS, nonostante buoni risultati emergenti dal nostro studio e supportati dalla letteratura, differenti lavori criticano la buona riuscita di questa opzione terapeutica: in particolare, Brunelli la considera potenzialmente dannosa in quanto espone il nervo allo stiramento durante l'estensione del gomito, con conseguente ischemia e fibrosi perineurale secondaria [34]. Altre problematiche riportate in letteratura sono l'esposizione del nervo a traumi per la sua nuova posizione superficiale, nuovi siti di compressione iatrogena, il posizionamento in una sede scarsamente vascolarizzata e la formazione di tessuto cicatriziale intorno al nervo trasposto [35-37].

La devascularizzazione del nervo viene indicata in letteratura quale conseguenza della mobilizzazione del nervo [38]; ciononostante, Ogata *et al.* hanno dimostrato con un lavoro sperimentale che la TAS è associata ad una riduzione dell'apporto ematico segmentario, pur di breve durata: difatti, fra la quarta e la settima giornata vi è il ripristino di un'adeguata vascolarizzazione intra-neurale [39].

Per quanto riguarda il rischio dell'insorgenza di nuovi siti di compressione iatrogeni, Roger *et al.* riportano come, nei pazienti sottoposti a nuovo intervento chirurgico, in 12 casi il setto intermuscolare non fosse stato rimosso mentre in 7 casi di dolore persistente si era reperito un neuroma doloroso del nervo cutaneo mediale dell'avambraccio [31]. Pertanto, da questi studi è possibile ipotizzare un possibile errore di tecnica chirurgica nei fallimenti della TAS piuttosto che nuovi siti iatrogeni di compressione.

Alla luce dei risultati riportati nella nostra casistica, l'outcome clinico derivante dal trattamento chirurgico appare essere influenzato dalla durata dei sintomi pre-operatori indipendentemente dalla metodica scelta.

Riteniamo che la scelta tra i due trattamenti chirurgici (decompressione semplice vs TAS) debba dipendere non dalla durata o dalla gravità della sin-

tomatologia quanto dall'eziopatogenesi, e cioè sulla distinzione fra forme primarie e secondarie.

Infine, i risultati migliori sono stati ottenuti in quei pazienti, indipendentemente dal gruppo di appartenenza, sottoposti ad intervento chirurgico entro 12 mesi dalla comparsa della sintomatologia. Da questo si può evincere che la sindrome da compressione del nervo ulnare al gomito debba essere trattata precocemente, sia che la scelta ricada sulla decompressione semplice sia che ricada sulla TAS.

CONCLUSIONI

Il trattamento chirurgico della sindrome da compressione del nervo ulnare al gomito permette al paziente di condurre nuovamente una vita normale.

Tuttavia, la *restitutio ad integrum* clinica in questa patologia è possibile solo in un numero limitato di casi: ad eziologia idiopatica, entità lieve della lesione e breve durata.

La scelta della trasposizione anteriore sottocutanea rispetto alla semplice decompressione si è rivelata adeguata nella nostra esperienza nel trattamento delle sindromi canalicolari dove nella diagnosi clinica e intra-operatoria venga riscontrata non solo una causa di compressione bensì anche di attrito e stiramento, che sono componenti non eliminabili di danno sul nervo con la semplice decompressione.

Negli altri casi invece riteniamo che la decompressione semplice sia la tecnica adeguata in quanto è da considerarsi una tecnica poco invasiva con elevata percentuale di successo.

In ultima analisi un vero confronto randomizzato non ci pare giustificato in quanto non riteniamo corretto praticare una TAS in pazienti idiopatici in quanto intervento più invasivo, né eseguire la decompressione semplice nelle forme secondarie in quanto convinti di esporre il paziente ad una recidiva o ad una non risoluzione completa dei sintomi.

La scelta tra decompressione semplice o TAS si basa sulla condizione dell'eziopatogenesi e quindi sulla distinzione fra forme primarie e secondarie.

BIBLIOGRAFIA

1. Bartels RHMA. History of the surgical treatment of ulnar nerve compression at the elbow. *Neurosurg* 2001; 49-2: 391-399.
2. Huang JH, Samadani U, Zager EL. Ulnar nerve entrapment neuropathy at the elbow: simple decompression. *Neurosurg* 2004; 55: 1150-1153.
3. Bartels RHM, Menovsky T, van Overbeeke JJ, Verhagen WIM. Surgical management of ulnar

- nerve compression at the elbow: analysis of the literature. *J Neurosurg* 1998; 89: 722-727.
4. Panas J. Sur une cause peu connue de paralysie du nerf cubital. *Arch Gen Med* 1878; 2: 5-22.
 5. Dellon AL. Review of treatment results for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Hand Surg* 1989; 14-A: 688-700.
 6. Gervasio O, Gambardella G, Zaccone C, Branca D. Simple decompression versus anterior submuscular transposition of the ulnar nerve in severe cubital tunnel syndrome: a prospective randomised study. *Neurosurg* 2005; 56: 108-117.
 7. Nabhan A, Ahlhem F, Kelm J *et al.* Simple decompression or subcutaneous anterior transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 2005; 30(5): 521-524.
 8. Asamoto S, Böker DK, Jödicke A. Surgical treatment for ulnar nerve entrapment at the elbow. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005; 45(5): 240-245.
 9. Osborne GV. Surgical treatment of tardy ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg* 1957; 39B: 782.
 10. Adson AW. The surgical treatment of progressive ulnar paralysis. *Coll Mayo Clin* 1918; 10: 944.
 11. Platt H. On the peripheral nerve complications of certain fractures. *Surg Gynecol Obstet* 1928; 47: 822-825.
 12. Learmonth JR. A technique for transplanting the ulnar nerve. *Surg Gynecol Obstet* 1942; 75: 792-793.
 13. Messina A. La trasposizione microchirurgica del nervo ulnare e del suo peduncolo vascolare nella sindrome compressivo-paretica canalicolare del gomito. *Riv Chir Mano* 1991; 28(3): 229-23..
 14. King T, Morgan FP. Late results of removing the medial humeral epicondyle for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br* 1959; 41: 51-55.
 15. Tsai TM, Bonczar M, Tsuruta T, Syed SA. A new operative technique: cubital tunnel decompression with endoscopic assistance. *Hand Clin* 1995 Feb; 11(1): 71-80.
 16. Mc Gowan AJ. The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg* 1950; 32B: 293-301.
 17. Kern RZ. The electrodiagnosis of ulnar nerve entrapment at the elbow. *Can J Neurol Sci* 2003; 30: 314-319.
 18. Beekman R, Van Der Plas JP, Uitdehaag BM *et al.* Clinical, electrodiagnostic, and sonographic studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve* 2004; 30: 202-208.
 19. San Martin S, Bueno C, Montes C *et al.* The most significant parameters for the diagnosis of focal neuropathy of the cubital nerve at the elbow. *Rev Neurol* 2000; 31(8): 720-723 [in spagnolo].
 20. Nouhan R, Kleinert JM. Ulnar nerve decompression by transposing the nerve and Z-lengthening the flexor pronator mass: clinical outcome. *J Hand Surg* 1997; 22A(1): 127-131.
 21. Kleinman WB, Bishop AT. Anterior intramuscular transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg* 1989; 14A: 972-979.
 22. Osborne G. Compression neuritis of the ulnar nerve at the elbow. *The Hand* 1970; 2: 10-13.
 23. Foster RJ, Edshage MD. Factors related to the outcome of surgically managed compressive ulnar neuropathy at the elbow level. *J Hand Surg* 1981; 6: 181-182.
 24. Filippi R, Farag S, Reisch R *et al.* Cubital tunnel syndrome. Treatment by decompression without transposition of ulnar nerve. *Minim Invas Neurosurg* 2002; 45: 164-168.
 25. Nathan PA, Istvan JA, Meadows KD. Intermediate and long-term outcomes following simple decompression of the ulnar nerve at the elbow. *Chirurgie de la main* 2005; 24: 29-34.
 26. Bartels RHMA, Verhagen WIM, van der Wilt GJ *et al.* Prospective randomised controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow. *Neurosurgery* 2005; 56: 522-530.
 27. Eaton RG, Crowe JF, Parkes JC. Anterior transposition of the ulnar nerve using a non compressing fasci dermal sling. *J Bone Joint Surg* 1980; 62A: 820-825.
 28. Richmond JC, Southmayd WW. Superficial anterior transposition of the ulnar nerve at the elbow for the ulnar neuritis. *Clin Orthop* 1982; 164: 42-44.
 29. Stuffer M, Jungwirth W, Hussl H, Schmutzhardt E. Subcutaneous or submuscular anterior transposition of the ulnar nerve? *J Hand Surg Br* 1991; 17B: 248-250.
 30. Alnot JY, Frajman JM. Syndrome de décompression chronique du nerf cubital au niveau du coude. *Ann Chir Main* 1992; 11(1): 5-13.
 31. Retting AC, Ebben JR. Anterior subcutaneous transfer of the ulnar nerve in the athlete. *Am J Sports Med* 1993; 21: 826-840.
 32. Berzero GF, Lupo R, Bertolotti M, Rapisarda S. Validità dell'intervento di trasposizione anteriore del nervo ulnare al gomito: studio clinico ed

- elettrofisiologico. *Riv Chir Riab Mano Arto Sup* 1997; 34(3): 357-361.
33. McKee MD, Jupiter JB, Bosse G, Goodman L. Outcome of ulnar neurolysis during post traumatic reconstruction of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80-B: 100-105.
34. Brunelli G, Monini L. *Entrapment del nervo ulnare: trasposizione o neurolisi*. In: *Controversie del trattamento delle sindromi canalari dell'arto superiore*. Atti delle Giornate Magentine di Aggiornamento in Chirurgia della Mano, Magenta 27-28/3/1998.
35. Gabel GT, Amadio PC. Reoperation for failed decompression of the ulnar nerve in the region of the elbow. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A: 213-219.
36. Marin Braun F, Foucher G. La compression du nerf cubital au coude. *Revue de Chir Orthop* 1995; 81: 240-247.
37. Roger MR, Bergfield T, Aulicino P. The failed ulnar nerve transposition. Etiology and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1991; 269: 193-200.
38. Smith JW. Factors influencing nerve repair. I. Blood supply of peripheral nerves. *Arch Surg* 1996; 93: 335.
39. Ogata K, Manske PR, Lesker PA. The effects of surgical dissection on regional blood flow to the ulnar nerve in the cubital tunnel. *Clin Orthop* 1985; 193: 195-198.
40. Bartels RHMA, Menovsky T, van Overbeeke JJ, Verhagen WI. Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: an analysis of the literature. *J Neurosurg* 1998; 89: 722-727.

LE LESIONI DEL NERVO RADIALE NELLE FRATTURE DIAFISARIE DI OMERO: REVISIONE DELLA LETTERATURA E ALGORITMO DI TRATTAMENTO

Teresa Benigno, Pierluigi Tos, Bruno Battiston

UOC Traumatologia muscolo-scheletrica – UOD Microchirurgia, ASO Città della Salute e della Scienza – CTO Torino

Referente

Teresa Benigno - Via XX settembre, 74 - 10122 Torino - Tel. 3475639706 - E-mail: teresabenigno@libero.it

THE RADIAL NERVE INJURY IN HUMERAL SHAFT FRACTURES: LITERATURE REVIEW AND TREATMENT ALGORITHM

SINTESI

La lesione del nervo radiale è la più comune delle lesioni nervose associata alle fratture diafisarie di omero, con una frequenza del 4-16% in accordo con le differenze casistiche. Le diverse opzioni terapeutiche per le lesioni del nervo radiale associate alle fratture di omero includono l'osservazione clinica in attesa del recupero spontaneo, l'esplorazione chirurgica precoce, l'esplorazione chirurgica differita e i trasferimenti tendinei. In ogni caso l'esplorazione precoce del nervo radiale associata alle fratture di omero è oggetto di discussioni. In alcuni casi, come nelle fratture esposte con paralisi del nervo radiale, vi è una chiara indicazione all'esplorazione precoce. Alcuni tipi di lesione, come i traumi ad alta energia e/o le fratture oblique del terzo distale di omero, fanno sospettare un'importante lesione del nervo radiale. In tali casi la riduzione aperta e la fissazione della frattura con esplorazione del nervo radiale è consigliabile rispetto ad altri trattamenti della frattura. Nelle fratture trattate incruentemente, lo stato di recupero del nervo radiale può essere controllato clinicamente. In accordo con molti autori riteniamo che non bisogna essere troppo aggressivi e che, eccetto chiare indicazioni per un'esplorazione precoce, si può attendere il recupero spontaneo del nervo. Tuttavia il tempo di attesa non dovrebbe essere troppo lungo; l'esplorazione del nervo radiale è consigliabile se i segni di recupero non compaiono entro i 3-4 mesi dal trauma. I trasferimenti tendinei sono indicati nel caso di nervi non riparabili, in pazienti anziani o per i pazienti con una persistente paralisi del nervo radiale.

Parole chiave: nervo radiale, fratture di omero, trauma

SUMMARY

The radial nerve palsy seems to be the most common nerve lesion complicating fractures of the humeral shaft, with a frequency of 4 to 16% according to the different series. Treatment options for radial nerve palsy with associated humeral fracture include expectant observation, early exploration, late exploration, or performing tendon transfers. Whether early exploration of a radial nerve palsy associated with a humeral fracture is due or not is a continual subject of controversy. In some cases, such as an open fracture with radial nerve palsy, there is a clear need for early exploration. Some types of injuries, i.e. high energy trauma and/or oblique fractures of the lower third of the humerus, are highly suspicious for an important radial nerve lesion. In such cases an open reduction and fixation of the fracture with early nerve exploration is more suggested than other fracture treatments. Radial nerve status can be kept under clinical control in fractures that would otherwise be treated non-operatively. We agree with many authors that there is no need to be too aggressive and that, except the clear indications for an early exploration, we may wait for a spontaneous nerve recovery. However, the waiting time should not be too long; if no sign of recovery appears by 3 to 4 months from the injury, a radial nerve exploration is suggested. Tendon transfers are indicated for irreparable nerves or for patients with long persistent nerve palsy.

Keywords: radial nerve, humeral fracture, trauma

INTRODUZIONE

Le fratture della diafisi omerale sono molto frequenti, rappresentando il 1-3% di tutte le fratture, con un'età media di 50 anni [1-3]. L'incidenza delle fratture di omero e concomitante lesione del nervo radiale può essere significativa. Secondo Noble *et al.*, che hanno esaminato 444 pazienti, tale incidenza è pari al 60% ed è causata da traumi ad alta energia [4]. Da questo e da altri studi la paralisi del nervo radiale risulta essere la più comune lesione associata alle fratture della diafisi omerale, con una frequenza che va dal 4 al 16% [5]. Il nervo radiale è in stretto contatto con la faccia posteriore dell'omero in corrispondenza della doccia di torsione per un tratto di circa 6,5 cm [6,7], perfora poi il setto intermuscolare 10-12 cm prossimalmente all'epicondilo omerale e corre tra il muscolo brachiale e brachioradiale; in questo punto di emergenza il nervo è relativamente adeso alla diafisi omerale e per questo vulnerabile [8,9]. Alcuni Autori hanno riscontrato che la lesione del nervo radiale si verifica nel 2% delle fratture prossimali, nell'11,5% di quelle del terzo medio e nel 20,7% delle fratture distali [2]. Nel 1963, Holstein e Lewis hanno descritto un'alta incidenza di lesioni del nervo radiale nelle fratture oblique del terzo distale della diafisi omerale [8], ipotizzando che l'obliquità della frattura possa danneggiare o lacerare il nervo che a quel livello corre lungo l'omero a stretto contatto [2,10,11]. Shao *et al.* hanno effettuato una meta-analisi della letteratura e hanno concluso che non ci sono sufficienti dati per supportare la teoria di Holstein e Lewis [12-14], in quanto hanno evidenziato che i fattori di rischio per la lesione del nervo radiale sono sia le fratture del terzo medio e terzo distale che le fratture trasverse e spirali dell'omero [14]. La paralisi post-operatoria del nervo radiale, anche se scarsamente riportata in letteratura, presenta tra le sue cause lo stiramento del nervo durante le manovre di riduzione, l'estesa dissezione, la compressione diretta da parte di pinze o placche, o anche, la lesione diretta del nervo da parte del bisturi [15]. Inoltre, una lesione secondaria potrebbe verificarsi a causa di un cronico attrito e conflitto tra il nervo e i mezzi di sintesi.

Molti autori affrontano in maniera differente questa lesione andando dalla semplice osservazione clinica sino all'intervento chirurgico precoce e il dibattito è tutt'ora aperto.

DIAGNOSI E PROGNOSI

La diagnosi della paralisi del nervo radiale nelle fratture di omero è basata sull'esame clinico. I sinto-

mi sono debolezza o deficit di estensione di polso, dita e pollice. Frequentemente la sensibilità laterale e dorsale del polso appare diminuita o assente per lesione della branca sensitiva. Se la lesione è chiusa il paziente viene controllato nel tempo nell'attesa di un recupero spontaneo. Se la lesione è di tipo 1,2,3 della classificazione di Sunderland il nervo è in continuità e gli assoni possono rigenerare 1/mm al giorno distalmente il sito di lesione. Il recupero si evidenzia con una progressione tipica con la reinnervazione progressiva dei muscoli innervati dal nervo: il muscolo brachioradiale e l'estensore radiale lungo e breve del carpo, poi le dita (Fig. 1). Durante la fase di osservazione, il paziente indossa generalmente un tutore statico di polso, per evitare che il polso "cada" in flessione, e viene istruito sugli esercizi quotidiani di mobilizzazione passiva di polso, dita e pollice per prevenire le contratture in flessione; inoltre il paziente viene sottoposto ad elettrostimolazione della muscolatura denervata per ritardare fenomeni degenerativi della stessa [16]. Il tutore "con elastici" di Bunnel può essere utilizzato pochi minuti al giorno per effettuare esercizi contro resistenza e di norma può anche non essere prescritto visto il costo e la difficoltà di utilizzo. L'esame elettromiografico (EMG) viene utilizzato per supportare la diagnosi, comprendere il tipo di lesione nervosa e viene utilizzato inoltre per comprendere l'eventuale recupero. Il primo esame elettromiografico non deve precedere i 25 giorni dalla lesione, viene effettuato di norma alle 4-6 settimane per ottenere indicazioni sulle valutazioni successive [17-19]. L'uso delle metodiche di imaging per valutare l'intrappolamento del nervo radiale nel sito di frattura è limitato. Bodner *et al.* hanno effettuato uno studio prospettico su 11 pazienti in cui è stata utilizzata l'ecografia per tracciare il nervo radiale in corrispondenza del sito di frattura e per indicare la sede di intrappolamento del nervo stesso che veniva in seguito confermata dall'intervento chirurgico. Infatti 5 degli 11 pazienti venivano sottoposti ad intervento chirurgico di esplorazione del nervo e osteosintesi della frattura, confermando la diagnosi preoperatoria, mentre i rimanenti 6 pazienti, che all'ecografia non presentavano evidenze di intrappolamento del nervo, recuperavano completamente senza ricorrere all'intervento chirurgico [20,21]. Fortunatamente la più frequente delle lesioni è la neuroaprassia del nervo, che in genere recupera spontaneamente. Pollock *et al.* hanno riportato un recupero del 90% nelle fratture chiuse [13], mentre Sarmiento *et al.* hanno studiato 85 pazienti con

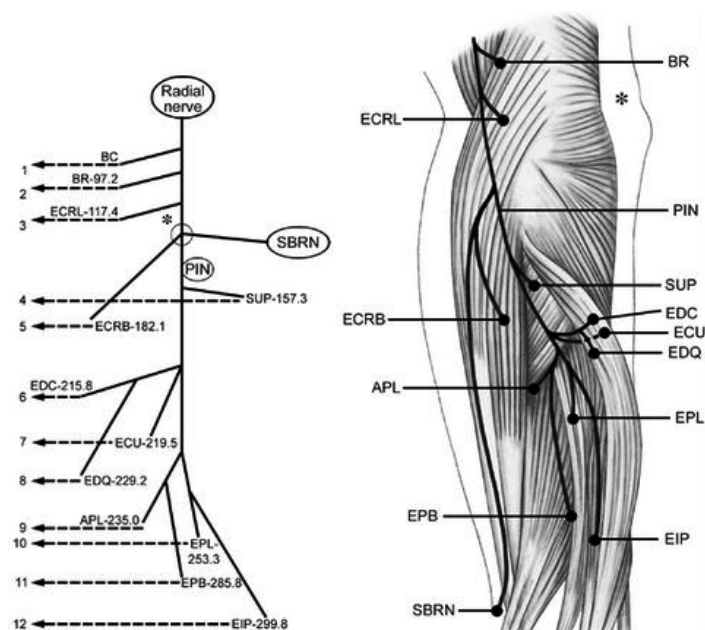


Figura 1. Schema di recupero spontaneo del nervo radiale.

fratture del terzo distale della diafisi omerale in cui il recupero è stato del 100% [22]. In ogni caso la prognosi per il recupero del nervo radiale nelle fratture esposte o ad alta energia non è buona, a tal proposito Sanders *et al.* hanno presentato 12 casi di fratture esposte della diafisi omerale, con associata lesione del nervo radiale, in cui solo 4 hanno recuperato la funzionalità [23]. Connolly ha riportato 14 lesioni di nervo radiale in pazienti con frattura esposta di cui 4 non hanno recuperato e pertanto sono stati sottoposti ad intervento chirurgico di riparazione con innesti nervosi [24]. Partendo dal presupposto che un nervo rigenera circa 1 mm al giorno e aggiungendo 30 giorni per un periodo di latenza iniziale, Seddon [25,26] ha suggerito che il tempo massimo necessario affinché il recupero motorio possa manifestarsi può essere facilmente calcolato misurando la distanza, sulle radiografie dell'omero, tra il sito di frattura e il punto di innervazione del muscolo brachioradiale (circa 2 cm al di sopra dell'epicondilo laterale). Nella maggior parte delle fratture del terzo medio della diafisi omerale, questa distanza è di 90-120 mm, pertanto può essere facilmente calcolato il tempo massimo richiesto per il recupero motorio e le prime manifestazioni dello stesso [14,27,28], che non dovrebbe comunque superare i 6 mesi. La presenza di un segno di Tinel che avanza può essere di aiuto nell'indicare che sta avvenendo un recupero del nervo. Un'altra area di controversia è il trattamento delle

lesioni iatrogene del nervo radiale. L'incidenza di queste lesioni varia dal 10 al 20%. Nel 1967, Shaw e Sakellarides, su 45 casi di paralisi del nervo radiale, hanno riportato che solo il 40% delle lesioni primarie recuperava spontaneamente, mentre tutte quelle secondarie recuperavano completamente [29]. In una meta-analisi di Shao di 1045 pazienti con lesione del nervo radiale, 921 paralisi recuperavano completamente (88,1%) [14]; le lesioni primarie del nervo radiale recuperavano con una frequenza dell'88,6%, mentre quelle secondarie con una frequenza del 93,1%; la differenza tra questi 2 gruppi non è comunque significativa.

TRATTAMENTO

Il trattamento della paralisi del nervo radiale associata alle fratture di omero include l'osservazione clinica, l'esplorazione chirurgica precoce e l'esplorazione chirurgica differita, per eventuale riparazione del nervo tramite suture dirette o innesti nervosi, e le trasposizioni tendinee. Tale argomento è tutt'oggi un punto di controversia in letteratura. L'esplorazione precoce prevede una serie di vantaggi. Questa è tecnicamente più facile e più sicura della procedura differita; la diretta visualizzazione della lesione conferma la diagnosi e l'estensione della lesione; il trattamento cruento della frattura riduce il rischio di intrappolamento del nervo tra i capi di frattura durante le manovre di riduzione; inoltre l'accorciamento

to dell'omero per facilitare la riparazione del nervo è una procedura che è meglio eseguire prima della guarigione definitiva della frattura [8,30,31]; infine la stabilizzazione precoce della frattura riduce il rischio di intrappolamento del nervo nelle aderenze cicatriziali e nel callo osseo. Chiare indicazioni dell'esplorazione precoce sono: lesioni vascolari, fratture esposte, ferite da arma da fuoco, l'elevato sospetto di una lesione del nervo, importante danno a carico dei tessuti molli, lesioni da taglio o penetranti [10,13,31-35]. Tuttavia, gli oppositori dell'esplorazione precoce hanno osservato un alto tasso di recupero spontaneo e hanno consigliato una politica di attesa [10,13,36-40], ritenendo che questo approccio riduca le complicazioni legate all'intervento chirurgico in molti casi non necessario. Ciò consentirebbe il recupero del nervo in un ambiente più favorevole alla guarigione e permetterebbe una facile riparazione successiva, se necessario, grazie all'ispessimento della guaina del nervo. La guarigione potrebbe verificarsi altrettanto bene e completamente sia nell'esplorazione differita che in quella precoce. I potenziali svantaggi includono la possibilità che l'esplorazione del nervo possa diventare più difficile a causa della presenza di aderenze cicatriziali.

Un'indicazione all'esplorazione precoce sono le paralisi secondarie del nervo radiale nelle fratture diafisarie di omero [29,33,41], cioè quelle lesioni del nervo conseguenti al trattamento chirurgico e non, in genere associate alle manovre di riduzione della frattura. Più di uno studio [12,38], tuttavia, ha fornito prove convincenti che, anche nelle paralisi secondarie, il trattamento incruento ha una buona aspettativa di pieno recupero del nervo (Fig. 2).

Shao *et al.* hanno notato che i casi di intrappolamento del nervo variano dal 6 al 25% e l'incidenza di lacerazione è del 20-42% [14]. Tuttavia, nel caso di una frattura omerale chiusa con paralisi del nervo radiale, studi consistenti in letteratura dimostrano che almeno il 70% dei pazienti presentano recupero spontaneo [8,28,31,33,35-39,42,43]. In uno studio su 59 pazienti con completa paralisi del nervo radiale, di cui solo la metà trattati con l'esplorazione precoce, il tasso di recupero risultava del 78%, il 73% nel gruppo sottoposto ad esplorazione precoce e l'83% nel gruppo sottoposto ad osservazione clinica. Nell'85% dei casi esplorati il nervo radiale era solo contuso.

In una revisione di 14 casi di paralisi del nervo radiale associata a frattura esposta di diafisi omerale, il 64% dei pazienti presentava una lesione del nervo radiale chirurgicamente riparabile [32]. Anche dopo

la riparazione del nervo radiale, nessuno di questi pazienti aveva recuperato la sensibilità, ma solo un paziente non è riuscito a recuperare la funzione motoria ed è stato pertanto sottoposto a trasferimento tendineo.

Sonneveld *et al.* hanno esaminato 17 fratture della diafisi omerale con paralisi del nervo radiale, 16 delle quali erano fratture chiuse; 14 pazienti erano stati sottoposti ad esplorazione precoce ma in 13 di questi non venivano riscontrate lesioni a carico del nervo e solo in un paziente si evidenziava contusione del nervo con lacerazione lieve. Inoltre, 12 dei nervi esplorati hanno recuperato completamente e 2 hanno recuperato solo parzialmente. I 3 pazienti che sono stati osservati clinicamente hanno recuperato completamente. Gli autori hanno concluso che la maggior parte delle lesioni del nervo radiale nelle fratture omerali recuperano e che l'esplorazione chirurgica non è necessaria [40].

Bostman *et al.*, in due studi in cui hanno riportato 75 pazienti con fratture dell'omero e lesione del nervo



Figura 2. Nervo radiale intrappolato dalla vite del fissatore esterno. L'esplorazione precoce, a seguito della paralisi secondaria del nervo, ha permesso una semplice decompressione e riposizionamento della vite. Il nervo radiale ha recuperato in 2 settimane.

radiale associata, hanno concluso che l'esplorazione precoce di routine non può essere giustificata e l'indicazione chirurgica deve essere basata sulla natura della frattura e non sulla funzionalità del nervo [12,44].

Anche se il timing ottimale di un'esplorazione differita è stato a lungo dibattuto, molti ricercatori suggeriscono che è meglio che venga eseguita tra i 4 e i 6 mesi dal trauma. Anche se un'attesa che va oltre 5 mesi è associata a risultati meno buoni [10,45,46].

Shaw e Sakellarides [29], in una loro revisione, hanno concluso che il nervo deve essere esplorato a 7-8 settimane se non vi è alcuna evidenza di recupero. Infatti tutti i pazienti, nel loro studio, hanno mostrato segnali di ripresa della funzione del nervo entro i primi due mesi. Goldner e Kelley [47] hanno considerato l'assenza di un segno di Tinel che avanza come un'indicazione importante per l'esplorazione a 6 a 8 settimane. Amillo e colleghi [10] raccomandano l'esplorazione chirurgica a 3 mesi se non si evidenziano segni clinici o elettrofisiologici di recupero del nervo. Alcuni autori raccomandano di effettuare alle 3 settimane studi elettromiografici di base e di conduzione nervosa in modo da paragonarli a quelli che verranno eseguiti successivamente [48,49].

Il paziente viene tenuto sotto osservazione clinica per valutare segni di ripresa del nervo e, se a 3-4 mesi dal trauma non si riscontrano attività elettrica o segni clinici di recupero, si dovrà procedere ad esplorazione chirurgica del nervo radiale [16]. I vantaggi principali di questo piano di gestione sono che l'intervento chirurgico può essere evitato nella maggior parte dei pazienti. Per i pochi pazienti in cui la neurografia diventa necessaria, una questione da considerare è se il ritardo nella riparazione dei nervi diminuisca le possibilità di un buon recupero funzionale. Secondo Sunderland [50], qualora si renda necessaria la riparazione nervosa, un periodo di attesa di 12 mesi o più, non rischia di compromettere il recupero motorio e funzionale. Seddon [51] ha riportato che la prognosi per il buon recupero peggiora solo dopo un'attesa di 12 mesi, citando conclusioni di Zachary secondo cui il nervo radiale può essere riparato con successo da 9 a 16 mesi dopo la lesione, a seconda del livello della lesione [12,27]. La maggior parte degli autori preferisce un approccio laterale dell'omero in posizione semiseduta. Questo è anche il nostro approccio standard. L'incisione cutanea va dalla punta della V deltoidea all'epicondilo laterale e può essere estesa prossimalmente lungo la linea deltoideo-pettoale. Il nervo radiale viene prima identificato al suo emergere dal setto intermuscolare



Figura 3. Via di accesso laterale all'omero.

laterale e dissezionato anteriormente e distalmente tra i muscoli brachiale e brachioradiale. A questo punto, il nervo è isolato e si può procedere alla riduzione e sintesi della frattura [52] (Fig. 3).

Molti autori preferiscono l'approccio posteriore [30,52] con il paziente in decubito laterale, tramite un'incisione cutanea longitudinale sulla linea mediana della faccia posteriore del braccio, da 8 cm al di sotto dell'acromion fino alla fossa olecranica. Viene poi incisa la fascia e identificato l'intervallo tra i due capi, mediale e lungo, del muscolo tricipite in corrispondenza del quale viene poi identificato il nervo radiale, che viene opportunamente isolato per consentire la riduzione e sintesi della frattura.

Se il nervo appare lesionato è necessario ripararlo tramite suture dirette o innesti prelevati dal nervo surale. Se, invece, il nervo è in continuità, la sua funzione viene testata con la stimolazione elettrica intraoperatoria [30].

Un innesto nervoso può essere indicato per evitare suture in tensione e consentire il recupero ottimale del nervo [53] che è proporzionale alla lunghezza del difetto e all'intervallo di tempo dal trauma [54]. Nunley *et al.* hanno riportato che l'85% dei pazienti nei quali è stato necessario l'innesto nervoso, entro 6 mesi dalla lesione hanno ottenuto un buon recupero motorio (M3), mentre nessun paziente, operato dopo i 12 mesi, ha guadagnato una funzionalità utile [55]. La lunghezza massima dell'innesto nervoso non dovrebbe superare i 10 cm, infatti Shergill ha notato che nessun paziente con innesti superiori ai 10 cm ha ottenuto buoni risultati [54].

Per i pazienti che non presentano un recupero a distanza di 1 anno dalla riparazione chirurgica sono indicati i trasferimenti tendinei [56]. Alcuni ricercatori

consigliano la riparazione dei nervi simultaneamente ai trasferimenti tendinei [57], però grazie all'alto tasso di recupero funzionale dopo la riparazione del nervo radiale, altri autori sostengono che questo approccio combinato sia inutile [58]. I trasferimenti tendinei danno ottimi risultati funzionali ed alcuni autori sostengono che possono essere utilizzati come tecnica di prima scelta nei pazienti in età avanzata o anche in quelli con scarsa *compliance*.

Alcuni autori hanno descritto una trasposizione del nervo radiale trans-frattura con approccio laterale [15,52,59,60]. Gli autori ritengono che questa procedura permetta una migliore esposizione della frattura, protegga il nervo radiale durante le manovre di riduzione e faciliti l'applicazione di placche più lunghe.

ALGORITMO DI TRATTAMENTO

Il trattamento delle fratture della diafisi omerale con associata paralisi del nervo radiale continua ad essere un argomento controverso nella chirurgia degli arti superiori [45].

Possono essere formulate delle raccomandazioni basate sui dati della letteratura. Alcuni tipi di lesioni, ovvero fratture esposte, traumi ad alta energia e/o fratture oblique del terzo distale dell'omero, sono altamente sospette per un'importante lesione del nervo radiale. In questi casi vi è indicazione ad una riduzione aperta e sintesi della frattura con l'esplorazione precoce del nervo. Inoltre, l'indicazione all'esplorazione precoce del nervo radiale dovrebbe essere basata maggiormente sul tipo di trauma e sul tipo di frattura (rime oblique del terzo medio-distale e fratture ampiamente scomposte, traumi ad alta energia). Lo stato di recupero del nervo radiale deve essere tenuto sotto controllo clinico nelle fratture che potrebbero essere trattate incruentamente. L'ecografia, in mani esperte, rappresenta un utile strumento per visualizzare il nervo radiale. Se il nervo è intatto, l'osservazione clinica va continuata, mentre se il nervo è stato lesionato in modo evidente, si pone indicazione all'esplorazione chirurgica. I nervi riparabili devono essere ricostruiti microchirurgicamente mediante sutura diretta o innesto nervoso. Quando l'ecografia o la risonanza magnetica nucleare suggeriscono la possibilità di un nervo intrappolato, questo deve essere esplorato.

In accordo con molti autori, affermiamo che non bisogna essere troppo aggressivi e che, tranne le chiare indicazioni di un'esplorazione precoce, negli altri casi possiamo controllare il paziente clinicamente nell'attesa di un recupero spontaneo del nervo. Ne-

gli studi elaborati dai principali centri di traumatologia, in cui sono state valutate serie consecutive di pazienti con fratture di diafisi omerale complicate da paralisi del nervo radiale, praticamente tutti gli autori [12,13,38,61,62] concordano sul fatto che il trattamento incruento è il trattamento di scelta.

Tuttavia, il tempo di attesa non dovrebbe essere troppo lungo: se nessun segno di ripresa appare ai 3-4 mesi dalla lesione, vi è indicazione all'esplorazione nervo radiale. Infatti, riteniamo che un ritardo eccessivo potrebbe ridurre le probabilità di un buon recupero funzionale (necessità di innesti più lunghi, lungo tempo di denervazione dei muscoli, ecc.). I trasferimenti tendinei sono indicati per i nervi irrimediabili, in pazienti anziani o per i pazienti con paralisi del nervo persistente.

Infine, un approccio diverso deve essere assunto per le paralisi secondarie del nervo radiale; soprattutto nei casi conseguenti al trattamento cruento in cui il nervo non è stato ben visualizzato o nei casi di riduzione incruenta e fissazione esterna della frattura con "viti posizionate in modo pericoloso", pensiamo che l'esplorazione precoce del nervo radiale possa evitare di sottovalutare una grave lesione del nervo, riducendo anche le conseguenze medico-legali.

BIBLIOGRAFIA

1. Elton SG, Rizzo M. Management of radial nerve injury associated with humeral shaft fractures: an evidence-based approach. *J Reconstr Microsurg* 2008; 24: 569-574.
2. Ekholm R, Adami J, Tidermark J *et al.* Fractures of the shaft of the humerus: an epidemiological study of 401 fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88(11): 1469-1473.
3. Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80(2): 249-253.
4. Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *J Trauma* 1998; 45(1): 116-122.
5. Venouziou AI, Dailiana ZH, Varitimidis SE *et al.* Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture. Is the energy of trauma a prognostic factor? *Injury* 2011; 42(11): 1289-93. doi: 10.1016/j.injury.2011.01.020.
6. Yakkanti MR, Roberts CS, Murphy J, Acland RD. Anterior transposition of the radial nerve: a cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2008; 22: 705-708.

7. Guse TR, Ostrum RF. The surgical anatomy of the radial nerve around the humerus. *Clin Orthop Relat Res* 1995; 320: 149-153.
8. Holstein A, Lewis GM. Fractures of the humerus with radial nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1963; 45:1382-1388.
9. Bonneville P. *Fractures récentes et anciennes de la diaphyse humérale*. Conférences d'enseignement de la SOFCOT 1996, Expansion Scientifique, Paris, 1996, 55: 79-96.
10. Amillo S, Barrios RH, Martinez-Peric R, Losada JI. Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fractures of the humerus. *J Orthop Trauma* 1993; 7(3): 211-215.
11. Samardzic M, Grujicic D, Milinkovic ZB. Radial nerve lesions associated with fractures of the humeral shaft. *Injury* 1990; 21(4): 220-222.
12. Bostman O, Bakalim G, Vainionpaa S et al. Radial palsy in shaft fracture of the humerus. *Acta Orthop Scand* 1986; 57(4): 316-319.
13. Pollock FH, Drake D, Bovill EG, Day L, Trafton PG. Treatment of radial neuropathy associated with fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63(2): 239-243.
14. Shao YC, Harwood P, Grotz MR, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87(12): 1647-1652.
15. El Ayoubi L, Karmouta A, Roussignol X, Auquill-Auckbur I, Milliez PY, Dupare F. Transposition antérieure du nerf radiai dans les fractures du 1/3 moyen de l'humérus: bases anatomiques et applications cliniques. *Rev Chir Onhop* 2003; 89: 537-543.
16. McKee MD. *Fractures of the shaft of the humerus*. In: Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW (eds). *Rockwood and Green's fractures in adults (6th edition)*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2006, 1119-1159.
17. Lowe JB III, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002; 110(4): 1099-1113.
18. Shah JJ, Bhatti NA. Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus: a review of 62 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 172:171-176.
19. Postacchini F, Morace GB. Fractures of the humerus associated with paralysis of the radial nerve. *Ital J Orthop Traumatol* 1988; 14(4): 455-464.
20. Bodner G, Huber B, Schwabegger A, Lutz M, Waldenberger P. Sonographic detection of radial nerve entrapment within a humerus fracture. *J Ultrasound Med* 1999; 18(10): 703-706.
21. Bodner G, Buchberger W, Schocke M et al. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture: evaluation with US: initial experience. *Radiology* 2001; 219(3): 811-816.
22. Sarmiento A, Horowitch A, Aboulafia A et al. Functional bracing for comminuted extra-articular fractures of the distal third of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1990; 72(2): 283-287.
23. Sanders R, Yach J, Dipasquale T et al. *Radial nerve palsy associated with humeral fractures*. Presented at the 16th Annual Meeting of the Orthopaedic Trauma Association. San Antonio, TX (Oct 12, 2000).
24. Connolly S, Nair R, Waddell JP et al. *Immediate plate osteosynthesis of open fractures of the humeral shaft*. Proceedings of the 55th Canadian Orthopaedic Association Annual Meeting. Edmonton, Alberta (June 3-6, 2000).
25. Seddon H. Nerve lesions complicating certain closed bone injuries. *JAMA* 1947; 135: 691-694.
26. Seddon H. *Surgical disorders of the peripheral nerves*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1975.
27. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC (eds). *Green's operative hand surgery. Vol. 2*. Churchill Livingstone, New York, 1999.
28. Seddon HJ. Nerve grafting. *J Bone Joint Surg Br* 1963; 45-B: 447-61.
29. Shaw JL, Sakellarides H. Radial-nerve paralysis associated with fractures of the humerus: a review of forty-five cases. *J Bone Joint Surg Am* 1967; 49(5): 899-902.
30. Noaman H, Khalifa AR, El-Deen MA, Shiha A. Early surgical exploration of radial nerve injury associated with fracture shaft humerus. *Microsurgery* 2008; 28(8): 635-42. doi: 10.1002/micr.20542.
31. Dabezies EJ, Banta CJ II, Murphy CP, d'Ambrosia RD. Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. *J Orthop Trauma* 1992; 6: 10-13.
32. Foster RJ, Swiontkowski MF, Bach AW, Sack JT. Radial nerve palsy caused by open humeral shaft fractures. *J Hand Surg Am* 1993; 18(1): 121-124.
33. Garcia A Jr, Maeck BH. Radial nerve injuries in fractures of the shaft of the humerus. *Am J Surg* 1960; 99: 625-627.
34. Modabber MR, Jupiter JB. Operative management of diaphyseal fractures of the humerus: plate versus nail. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 347: 93-104.

35. Packer JW, Foster RR, Garcia A, Grantham SA. The humeral fracture with radial nerve palsy: is exploration warranted? *Clin Orthop Relat Res* 1972; 88: 34-38.
36. Larsen LB, Barfred T. Radial nerve palsy after simple fracture of the humerus. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2000; 34: 363-366.
37. Samardzic M, Grujicic D, Milinkovic ZB. Radial nerve lesions associated with fractures of the humeral shaft. *Injury* 1990; 21: 220-222.
38. Shah JJ, Bhatti NA. Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus: A review of 62 cases. *Clin Orthop* 1983; 172: 171-176.
39. Kettelkamp DB, Alexander H. Clinical review of radial nerve injury. *J Trauma* 1967; 7: 424-432.
40. Sonneveld GJ, Patka P, van Mourik JC, Broere G. Treatment of fractures of the shaft of the humerus accompanied by paralysis of the radial nerve. *Injury* 1987; 18: 404-406.
41. Duncan D, Johnson KA, Monkman GR. Fracture of the humerus and radial nerve palsy. *Minn Med* 1974; 57: 659-662.
42. Ring D, Chin K, Jupiter JB. Radial nerve palsy associated with high-energy humeral shaft fractures. *J Hand Surg* 2004; 29: 144-147.
43. Mast JW, Spiegel PG, Harvey JP Jr, Harrison C. Fractures of the humeral shaft: a retrospective study of 240 adult fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1975; 112: 254-262.
44. Bostman O, Bakalim G, Vainionpaa S, Wilppula E, Patiala H, Rokkanen P. Immediate radial nerve palsy complicating fracture of the shaft of the humerus: when is early exploration justified? *Injury* 1985; 16(7): 499-502.
45. DeFranco MJ, Lawton JN. Radial nerve injuries associated with humeral fractures. *J Hand Surg Am* 2006; 31(4): 655-663.
46. Mohler LR, Hanel DP. Closed fractures complicated by peripheral nerve injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14(1): 32-37.
47. Goldner J, Kelley JM. Radial nerve injuries. *South Med J* 1958; 51: 873-883.
48. Swenson MR, Villasana DR. *Neurologic evaluation of the upper extremity*. In: Kasdan ML (ed). *Occupational hand and upper extremity injuries and diseases*. Hanley and Belfus, Philadelphia, 1991, 115-130.
49. Bodine SC, Lieber RL. *Peripheral nerve physiology, anatomy, and pathology*. In: Simon SR (ed). *Orthopaedic basic science*. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, 1994, 325-396.
50. Sunderland S. *When are attempts at nerve repair no longer justified?* In: Sunderland S (ed). *Nerves and nerve injuries*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1978, 507-509.
51. Seddon H. *Factors influencing indications for operation*. In: Seddon H (ed). *Surgical disorders of the peripheral nerves*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1972, 240-245.
52. Chamseddine AH, Zein HK, Alasiry AA, Mansour NA, Bazzal AM. Trans-fracture transposition of the radial nerve during the open approach of humeral shaft fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013; 23(6): 725-30. doi:10.1007/s00590-012-1065-1.
53. Millesi H, Meissl G, Berger A. The interfascicular nervegrafting of the median and ulnar nerves. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54(4): 727-750.
54. Shergill G, Bonney G, Munshi P, Birch R. The radial and posterior interosseous nerves: results for 260 repairs. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83(5): 646-649.
55. Nunley JA, Saies AD, Sandow MJ, Urbaniak JR. Results of interfascicular nerve grafting for radial nerve lesions. *Microsurgery* 1996; 17(8): 431-437.
56. Sunderland S. *Decision making in clinical management of nerve injury and repair*. In: Sunderland S (ed). *Nerve injuries and their repair*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1991, 413-431.
57. Burkhalter WE. Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. *Clin Orthop Relat Res* 1974; 104: 68-79.
58. Krishnan KG, Schackert G. An analysis of results after selective tendon transfers through the interosseous membrane to provide selective finger and thumb extension in chronic irreparable radial nerve lesions. *J Hand Surg Am* 2008; 33(2): 223-231.
59. Olarte CM, Darowish M, Ziran BH. Radial nerve transposition with humeral fracture fixation. Preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 413: 170-174. doi: 10.1097/01.blo.0000072470.32680.60.
60. Lee SU, Kim WY, Kang SH, Park YS, Rhee SK. Medial transposition or radial nerve in distal humerus shaft fracture: a report of six cases. *J Korean Fract Soc* 2008; 21: 240-243.
61. Bleeker W, Nijsten MWN, ten Duis HJ. Treatment of humeral shaft fractures related to associated injuries. *Acta Orthop Scand* 1991; 62:148-153.
62. Szalay E, Rockwood CA Jr. The Holstein-Lewis fracture revisited. *Orthop Trans* 1983; 7: 516.

CUSCINETTI ARTICOLARI DORSALI NELLA MALATTIA DI DUPUYTREN.

REVISIONE DELLA LETTERATURA ED ANALISI DELLA NOSTRA CASISTICA

Augusto Marcuzzi, Hakan Obzen, Mario Lando, Antonia Russomando, Agnese Puzzo

Struttura Complessa di Chirurgia della Mano, Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena

Referente

Augusto Marcuzzi - Largo Del Pozzo, 71 - 41100 Modena - E-mail: marcuzzi.augusto@policlinico.mo.it - marcuzzi.augusto@gmail.com

KNUCKLE PADS IN DUPUYTREN DISEASE

A REVIEW OF LITERATURE AND THE ANALYSIS OF OUR CASE SERIES

SUMMARY

The “knuckle pads” are nodular neoformations located on the dorsal surfaces of the interphalangeal joints of the long fingers that develop slowly but progressively during the course of Dupuytren Disease. A total of 1200 patients with Dupuytren disease, treated in our center between 1985 and 2013 were analyzed retrospectively. Knuckle pads were present in 169 patients of which 163 (86%) were male and six (4%) were female. Twenty-five patients underwent excision of knuckle pads that elicited pain after every minor trauma. The dorsal nodules in four of 16 patients that were followed-up for 96 months relapsed and were treated with re-excision whereas the other 12 patients had satisfactory finger mobility without any recurrence. Our analysis also proved that knuckle pads are more common in younger patients with extrapalmar lesions. The excision of lesions with the overlying skin decreases the recurrence of these lesions.

Keywords: knuckle pads, Dupuytren’s disease, proximal interphalangeal joints

INTRODUZIONE

I cuscinetti articolari, denominati *knuckle pads* dagli autori anglosassoni, sono delle neoformazioni nodulari a lento e progressivo sviluppo, che si localizzano a livello del tessuto sottocutaneo, in corrispondenza della superficie dorsale delle articolazioni interfalangee prossimali delle dita lunghe della mano.

In alcuni casi particolari, tale patologia può essere preceduta da depressioni o retrazioni cutanee trasversali, presenti in corrispondenza del dorso delle articolazioni interessate [1].

Tali noduli non sono dolenti alla digitopressione, ma possono evocare algie in seguito a traumatismi subiti durante le attività quotidiane.

La prima pubblicazione di tale patologia risale al 1893, quando Garrod descrisse l’associazione tra cuscinetti articolari e malattia di Dupuytren [2].

In seguito, i cuscinetti articolari vennero descritti

da altri autori con denominazioni diverse, ovvero Hauck (1924) [3] parlò di “fibroma sottocutaneo”, Moncorps (1937) [4] di *keratosis supracapitalaris*, Skoog, nel 1948, usò il termine di *knuckle pads* o di “noduli dorsali” [5]. Nel 1955, Morginson li descrisse come *discrete keratodermos* [6].

Pezzuoli, Radici e Guglienetti, nella monografia sulla malattia di Dupuytren, pubblicata nel 1960, li descrissero come “nodosità dorsali”, localizzate a livello delle articolazioni interfalangee prossimali associate alla malattia di Dupuytren [7].

A riguardo della localizzazione, Hueston (1993) ha riportato dei casi con localizzazione a livello delle metacarpo-falangee e interfalangee distali delle dita lunghe. Tuttavia, egli riferisce che è assai rara la localizzazione a livello dell’interfalangea del pollice [8].

I noduli, solitamente, non sono dolenti e si presentano alla palpazione di consistenza assai dura, scarsa-

mente mobili sul piano profondo, ovvero sul piano tendineo per contiguità con il paratenonio della bandelletta centrale, mentre appaiono strettamente adesi superficialmente al sottocute per contiguità con quest'ultimo e con lo strato dermico.

I cuscinetti articolari dorsali possono essere osservati isolatamente o in associazione alla malattia di Dupuytren.

In letteratura sono presenti numerose pubblicazioni riguardanti l'associazione tra *knuckle pads* e malattia di Dupuytren, con incidenze diverse, in rapporto al Paese dove è stata condotta l'indagine.

In Danimarca Lund (1941) [9] riscontrò che tale associazione era presente nel 29% dei pazienti di sesso maschile e nel 13% di quelli di sesso femminile.

In Scandinavia Skoog (1948) [5] riportò una associazione assai elevata, corrispondente al 44%.

In Inghilterra Early (1962) [10] riscontrò tale associazione nel 21.3% dei pazienti di sesso maschile e nel 12.6% dei pazienti di sesso femminile.

Hueston (1963) [8] riportò che i cuscinetti articolari sono presenti nel 75% dei pazienti che presentano una recidiva della malattia di Dupuytren.

Iselin (1988) [11] in Francia riportò una frequenza del 7%.

I cuscinetti articolari dorsali possono comparire anche in soggetti non affetti da malattia di Dupuytren, come riportato da Mikkelsen (1977, 1990) [12,13]. Infatti, tale autore riscontrò tali noduli nel 9% degli uomini e nell'8,6% delle donne su una casistica di 1871 adulti normali esaminati in Norvegia [13].

Hueston (1963) [8] e Hoet *et al.* (1983) [14] riferiscono che tali formazioni nodulari possono, in alcuni casi, regredire spontaneamente.

In presenza di una formazione nodulare dorsale, localizzata in corrispondenza delle articolazioni interfalangee prossimali, deve essere posta una diagnosi differenziale con i noduli di Heberden, tipici della artrosi primaria, con le sinoviti articolari, con i tumori a cellule giganti e con le borsiti microtraumatiche occupazionali.

Un diverso tipo di nodulo dorsale è stato riportato sia da Hueston (1982) [15], in un caso, che da Iselin (1988) [11], in due casi, localizzati sul dorso della seconda falange, tra le due articolazioni interfalangea prossimale ed interfalangea distale.

Tali lesioni, diversamente dai cuscinetti articolari dorsali, comportano una contrattura dorsale con deficit della flessione attiva e passiva della terza falange [15].

CASISTICA

Abbiamo preso in considerazione 1200 pazienti trattati chirurgicamente per malattia di Dupuytren nel periodo 1985-2013.

Si trattava di 1082 (90,2%) uomini e di 118 (9,8%) donne, con rapporto uomini/donne di 9/1.

È stata riscontrata l'associazione tra malattia di Dupuytren e cuscinetti articolari dorsali in 169 pazienti, 14% del totale, di cui 163 (86%) erano pazienti di sesso maschile e 6 (4%) di sesso femminile.

L'età media dei pazienti che presentavano i cuscinetti articolari era di 46,2 anni, mentre i pazienti che non presentavano i cuscinetti articolari avevano un'età media di 58,4 anni.

Dei 169 casi: 124 presentavano la malattia di Dupuytren in entrambe le mani, di questi 31 presentavano cuscinetti articolari dorsali in entrambe le mani, 52 li presentavano alla mano destra e 41 alla mano sinistra. Gli altri 45 pazienti presentavano la malattia di Dupuytren in una sola mano: in 23 casi era interessato il lato destro e i cuscinetti articolari dorsali erano presenti in entrambe le mani in 11 casi, in 7 casi era interessato il lato destro mentre in 5 casi era interessato il lato sinistro. Mentre nei 22 casi che presentavano la malattia di Dupuytren sulla mano sinistra i cuscinetti articolari dorsali erano presenti in entrambe le mani in 6 casi, in 5 casi era interessato il lato destro mentre in 11 casi era interessato il lato sinistro.

Inoltre nei 169 pazienti affetti da cuscinetti articolari dorsali, 75 (44,6%) presentavano l'associazione con malattia di Ledderhose e 19 (11,3%) con malattia di La Peyronie (Tabella 1).

Dei 169 pazienti affetti da cuscinetti articolari dorsali solo 25 pazienti (22 uomini e 3 donne) sono stati sottoposti ad intervento chirurgico di exeresi della neoformazione. Tali pazienti presentavano i noduli di dimensioni tali da procurare dolore al minimo traumatismo nelle attività quotidiane. Le 3 pazienti di sesso femminile avevano richiesto l'intervento chirurgico per motivi estetici.

In 23 pazienti i cuscinetti articolari sono stati asportati in un intervento successivo alla aponevrectomia palmare; soltanto due pazienti hanno richiesto l'exeresi dei cuscinetti articolari nella stessa seduta operatoria di aponevrectomia palmare.

Gli interventi chirurgici sono stati eseguiti in tutti i casi in anestesia loco-regionale con posizionamento del tourniquet alla radice del braccio. L'incisione cutanea dorsale è stata eseguita mediante S italiana sui primi 11 pazienti, centrata a livello delle articolazione IFP colpite dalla malattia.

L'asportazione dei cuscinetti è stata eseguita con l'ausilio di mezzi ottici d'ingrandimento, al fine di eseguire una corretta dissezione della cute, che risultava molto sottile e adesa al nodulo in tutti i casi trattati. Le neoformazioni venivano asportate *in toto* nel rispetto dell'apparato estensore.

Su 14 pazienti l'asportazione dei noduli includeva anche la cute soprastante (dermonodulesctomia) (Fig. 1). Dopo rimozione del laccio emostatico, venivano praticati, come d'abitudine, un'accurata emostasi, sutura cutanea e posizionamento di un drenaggio laminare, quindi applicato un bendaggio elasto-compressivo ed immobilizzazione in stecca di Zimmer per una settimana circa.

RISULTATI

Dei 25 pazienti sottoposti ad intervento di asportazione dei noduli soltanto 16 (15 maschi ed 1 femmina) sono stati ricontrollati, con follow-up medio di 96,75 mesi (minimo 8 mesi, massimo 216 mesi) – dei 9 non controllati 5 erano deceduti e 4 avevano cambiato indirizzo e pertanto non rintracciabili.

Dei 16 pazienti controllati: 4 pazienti presentavano una recidiva dei cuscinetti articolari ed erano stati trattati mediante la sola asportazione del nodulo mediante una incisione longitudinale. Mentre gli altri 11 pazienti, trattati mediante dermonodulesctomia, non presentavano recidiva ed avevano una buona motilità delle dita trattate, con recupero della funzionalità e con soddisfazione del risultato ottenuto da parte dei pazienti (Tabella 2).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I cuscinetti articolari dorsali, dal punto di vista istologico, si presentano come una iperplasia cellulare, costituita da fibroblasti e miofibroblasti contenuti in una matrice di tessuto connettivo, quadro istologico identico a quello riscontrato nei noduli palmari della malattia di Dupuytren [16] (Fig. 2).

Pertanto, si ritiene che i cuscinetti articolari dorsali siano delle lesioni appartenenti alla stessa patologia fibromatosa, ma con sviluppo dorsale. In particolare, queste lesioni ectopiche colpirebbero le fibre tendineo-cutanee, che sono maggiormente rappre-

Tabella 1.

| | | |
|---|---|--|
| 1200 pazienti affetti da Dupuytren | 1082 uomini | 118 donne |
| 1200 pazienti affetti da Dupuytren | 169 pazienti affetti da cuscinetti articolari dorsali: 163 uomini 6 donne | |
| 169 casi affetti da cuscinetti articolari dorsali | <p>M Dupuytren entrambe le mani: 124 casi [livello 1] Cuscinetti articolari dorsali: [L3] - entrambe le mani 31 casi; [L4] - mano destra 52 casi; [L4] - mano sinistra 41 casi. [L4]</p> <p>M Dupuytren monolaterale: 45 casi [livello 1]</p> <p>Mano destra: 23 casi [livello 2] Cuscinetti articolari dorsali: [L3] - entrambe le mani 11 casi; [L4] - mano destra 7 casi; [L4] - mano sinistra 5 casi. [L4]</p> <p>Mano sinistra: 22 casi [livello 2] Cuscinetti articolari dorsali: [L3] - entrambe le mani 6 casi; [L4] - mano destra 5 casi; [L4] - mano sinistra 11 casi. [L4]</p> | |
| 169 pazienti affetti da cuscinetti articolari dorsali | 75 pazienti presentavano l'associazione con Malattia di Ledderhose. | 19 pazienti presentavano l'associazione con Malattia di La Peyronie. |

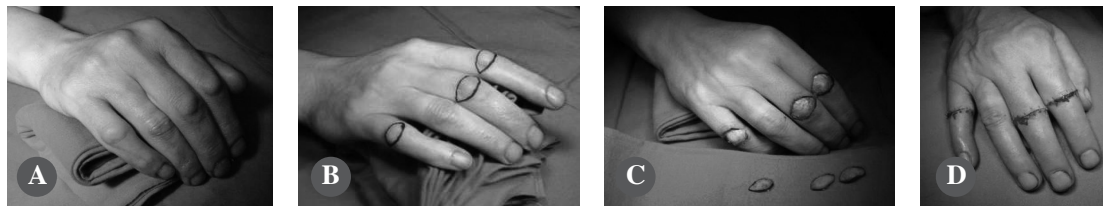


Figura 1. M.G., 54 anni: A) Affetto da cuscinetti articolari dorsali 2, 3 e 5 dito mano destra. B) Disegno includente i cuscinetti articolari con la cute soprastante. C) Dermofassectomia eseguita sulle dita colpite. D) Sutura cutanea.

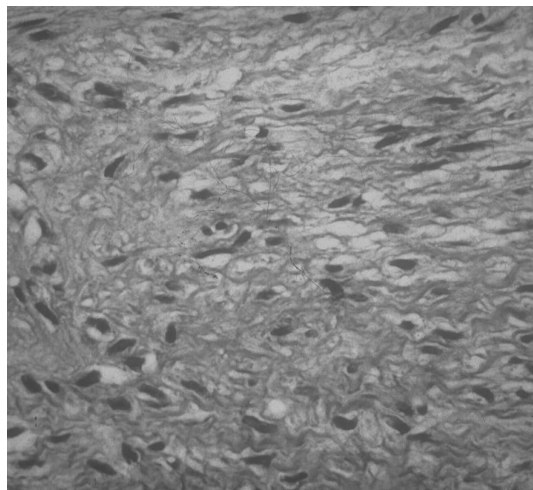


Figura 2. Quadro istologico (Ematossilina Eosina x 320).

sentate in corrispondenza delle articolazioni interfalangee prossimali delle dita lunghe, motivo per cui tali lesioni si localizzano a questo livello.

Da questo nostro studio clinico-statistico, abbiamo rilevato la presenza dei cuscinetti articolari dorsali nel 14% dei pazienti affetti da malattia di Dupuytren e la localizzazione di tali neoformazioni è sempre stata riscontrata a livello delle articolazioni IFP delle dita lunghe, soltanto in un caso è stata osservata la sua presenza in corrispondenza dell'articolazione interfalangea del pollice.

L'età media (46,2 anni) dei pazienti, che presentano i cuscinetti articolari dorsali, è più bassa di circa un decennio, rispetto a quelli affetti da sola malattia di Dupuytren (58,4 anni), senza associazione con i cuscinetti articolari.

Questo dato sta ad indicare che gli individui affetti da lesioni fibromatose extrapalmari associate alla malattia di Dupuytren sarebbero maggiormente pre-

disposti rispetto agli altri pazienti a contrarre la malattia di Dupuytren in età relativamente più giovane. Inoltre, nella nostra casistica il paziente più giovane (32 anni) presentava cuscinetti articolari dorsali e malattia di Dupuytren da 5 anni ad entrambi le mani con associata malattia di Ledderhose.

Questo dato coincide con i dati riportati in letteratura, secondo cui, in presenza di lesioni extrapalmari, quali malattia di Ledderhose, malattia di La Peyronie e cuscinetti articolari dorsali, associati alla malattia di Dupuytren, o a malattia di Dupuytren localizzata a livello radiale, si può parlare di diatesi fibromatosa, soprattutto se la patologia colpisce individui giovani [5,8,17-20].

Da un punto di vista chirurgico, si ritiene che l'asportazione di tali noduli risulti essere di non semplice esecuzione, perché non esiste un vero piano di clivaggio. Una dissezione eccessiva comporterebbe il rischio di necrosi della cute, che in tale sede appare notevolmente sottile. Diversamente, una dissezione economica risparmierebbe la porzione più superficiale del nodulo e parte di esso rimarrebbe ancora in sede, adeso al derma, favorendo una recidiva della malattia a distanza.

Altrettanta attenzione deve essere posta nella dissezione e nell'isolamento del nodulo dal piano tendineo sottostante, in quanto una eccessiva dissezione comporterebbe una lesione con interruzione dell'apparato estensore a livello della bandelletta centrale, con rischio di deformità a boutonniere [21].

A causa di un'alta percentuale di recidiva di tale patologia, negli ultimi anni (da circa 10 anni) abbiamo preferito eseguire la dermonodulesctomia, che sulla base della nostra esperienza comporta una riduzione di tale rischio [8,22].

Non abbiamo mai applicato innesti dermo-epidermici come usava Hueston (1986) [22] per ridurre il rischio di recidive. A nostro avviso gli innesti dermo-epidermici a questo livello comportano discromie della cute, antiestetiche, oppure aderenze con il

Tabella 2. Casistica e risultati

| No | Patient | Age | Gender | Year | Right | Left | Preop | Postop | Follow-up (mths) | Tipo di intervento | Risultato |
|----|---------|-----|--------|------|-------|------|-------------|-------------|------------------|--------------------|--------------|
| 1 | PU | 49 | M | 1986 | X | | -,X,X,X,X, | -,,-,-,-,-, | 216 | Nodulesctomia | Non recidive |
| 2 | BB | 50 | M | 1988 | X | | -,X,X,X,-,X | -,,-,X,-,- | 211 | Nodulesctomia | Recidiva |
| 3 | ML | 48 | M | 1990 | | X | -,,-,-,X,X | -,,-,-,-,X | 204 | Nodulesctomia | Recidive |
| 4 | BL | 57 | M | 1992 | | X | -,X,X,X,X | -,,-,-,X,X | 194 | Nodulesctomia | Recidiva |
| 5 | GA | 58 | M | 1996 | X | | -,X,X,X,- | -,,-,X,X,- | 182 | Nodulesctomia | Recidiva |
| 6 | CG | 55 | M | 1999 | X | | -,X,X,-,- | -,,-,-,-,- | 134 | Dermonod | Non recidive |
| 7 | CR | 52 | M | 2000 | X | | -,X,X,X,X | -,,-,-,-,- | 124 | Dermonod | Non recidive |
| 8 | FI | 61 | M | 2001 | X | | -,,-,X,X,- | -,,-,-,-,- | 112 | Dermonod | Non recidive |
| 9 | AC | 59 | M | 2003 | | X | -,X,-,-,- | -,,-,-,-,- | 91 | Dermonod | Non recidive |
| 10 | MG | 54 | M | 2004 | X | | -,X,X,-,X | -,,-,-,-,- | 82 | Dermonod | Non recidive |
| 11 | TL | 64 | M | 2005 | | X | -,X,X,X,- | -,,-,-,-,- | 62 | Dermonod | Non recidive |
| 12 | ZO | 59 | F | 2006 | X | | -,X,X,X,- | -,,-,-,-,- | 44 | Dermonod | Non recidive |
| 13 | BG | 45 | M | 2008 | | X | -,N,N,N,N,- | -,,-,-,-,- | 30 | Dermonod | Non recidive |
| 14 | GF | 62 | M | 2009 | | X | -,X,X,X,- | -,,-,-,-,- | 25 | Dermonod | Non recidive |
| 15 | RO | 51 | M | 2012 | X | | -,X,X,X,- | -,,-,-,-,- | 12 | Dermonod | Non recidive |
| 16 | LL | 42 | M | 2013 | | X | -,X,-,X,X | -,,-,-,-,- | 8 | Dermonod | Non recidive |

Legenda: Nella formula pre- e post-operatoria sono indicate con le X la presenza dei cuscinetti articolari iniziando dalla IF del pollice (a sinistra) e procedendo verso destra sulle IFP delle dita lunghe dal 2 al 5 dito.

piano tendineo dell'apparato estensore, con rischio di un deficit della flessione del dito.

L'assenza di retrazioni digitali dorsali, la presenza di un fastidio, più che di un dolore vero, ed il rischio di un'alta percentuale di recidiva, inducono il chirurgo a sconsigliare il trattamento chirurgico [15,22].

Le recidive dei cuscinetti articolari dorsali possono svilupparsi anche dopo soli pochi mesi e possono, inoltre, essere causa di una sintomatologia dolorosa più accentuata rispetto alla lesione iniziale [22].

Pertanto la loro asportazione chirurgica deve essere giustificata da seri motivi estetici (nelle donne) o da una sintomatologia dolorosa insopportabile.

BIBLIOGRAFIA

- Hueston JT. Some observations on knuckle pads. *J Hand Surg* 1984; 9B: 75-78.
- Garrod AE. On an usual form of nodule upon the joints of the fingers. *St Barth's Hosp Rep* 1893; 29: 157-161.
- Hauck G. Über subkutane fibrome an der dorsalseite der fingermittelgelenke. *Med Klin Woch Fur Prakt Arzte* 1924; 20: 1569.
- Moncorps K. Keratosis supracapularis sive pulvinata. *Zent Für Haut und Geschlechtskrankheiten und Deren Grenzgebiete* 1937; 54: 291-292.
- Skoog T. Dupuytren's contraction in relation to some similar changes in connective tissue. *Acta Chir Scand* 1948; 96(suppl.139): 86-93.
- Morginson WJ. Discrete keratodermas over knuckle and finger articulations. *Arch Dermatol* 1955; 71: 349-353.
- Pezzuoli G, Radici G, Gulienetti R. *La malattia di Dupuytren*. Minerva Medica, Torino, 1960.
- Hueston JT. Dupuytren's contracture. E&S Livingstone, Edinburgh, 1963.
- Lund M. Dupuytren's contracture and epilepsy. The clinical connection between Dupuytren's contracture, fibroma plantae, periathrosis humeri, heloderma, induratio penis plastica and

- epilepsy, with an attempt at a pathogenic valuation. *Acta Psychiatr Scand* 1941; 16: 465-482.
10. Early PF. Population studies in Dupuytren's contracture. *J Bone Joint Surg* 1962; 44B: 602-613.
 11. Iselin F, Cardenas-Baron L, Gouget-Audry I, Peze W. Dorsal Dupuytren's disease. *Ann Chir Main* 1988; 7: 247-250.
 12. Mikkelsen OA. Knuckle pads in Dupuytren's disease. *Hand* 1977; 9: 301-305.
 13. Mikkelsen OA. *Epidemiology of a Norwegian population*. In: Mc Farlane RM, Mc Grouther DA, Flint MH (eds). *Dupuytren's disease*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1990.
 14. Hoet F, Boxho J, Decoster E *et al*. Dupuytren's contracture-review of 326 operated patients. *Ann Chir Main* 1983; 7: 251-255.
 15. Hueston JT. Dorsal Dupuytren's disease. *J Hand Surg* 1982; 7A: 384-387.
 16. Caroli A, Zanasi S, Marcuzzi A, Guerra D, Cristiani G, Pasquali-Ronchetti I. Epidemiological and structural findings supporting the fibromatous origin of dorsal knuckle pads. *J Hand Surg* 1997; 22B: 110-112.
 17. Hindocha S, Stanley JK, Watson S, Bayat A. Dupuytren's diathesis revisited: evaluation of prognostic indications for risk of disease recurrence. *J Hand Surg* 2006; 31A: 1626-1634.
 18. Mc Farlane RM. *Some observations on the epidemiology of Dupuytren's disease*. In: Hueston JT, Tubiana R (eds). *Dupuytren's disease*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1985.
 19. Leclercq C. *Results of surgical treatment*. In: Tubiana R, Leclercq C, Hurst LC, Badalamente MA, Mackin ES (eds). *Dupuytren's disease*. Martin Dunitz, London, 2000.
 20. Marcuzzi A, Ruggiero L, Chirila L, Gilardi R, Landi A. Dupuytren's disease of the radial side of the hand. *Eur Plast Surg* 2009; 32: 275-281.
 21. Addison A. Knuckle pads causing extensor tendon tethering. *J Bone Joint Surg Br* 1984; 66B: 128-130.
 22. Hueston JT. *Le traitement des localisations extra-palmaires (ectopiques) associées à la maladie de Dupuytren*. In: Tubiana R, Hueston JT (eds). *La maladie de Dupuytren*. Expansion Scientifique Française, Paris, 1986.

CUFFIA MUSCOLARE DI VASTO LATERALE COME PROTEZIONE AI VASI PERFORANTI DEL LEMBO DI ANTEROLATERALE DI COSCIA PER LA MOBILIZZAZIONE PRECOCE NELLA RICOSTRUZIONE DELL'ARTO SUPERIORE

Mario Cherubino, Igor Pellegatta, Anna Minuti, Francesca Maggiulli, Luigi Vadatta

Università degli Studi dell'Insubria

Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita.

Viale borri 57, Varese

Referente

Mario Cherubino - Università degli studi dell'insubria - Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della vita
Ospedale di Circolo e Fondazione Macchi, Viale borri, 57 - 21100 Varese

MUSCULAR CUFF OF VASTUS LATERALIS AS PROTECTION TO THE PERFORATOR VESSELS OF ANTEROLATERAL THIGH FLAP FOR EARLY MOBILIZATION

SINTESI

Il lembo di anterolaterale di coscia è attualmente uno dei lembi più utilizzati nella chirurgia ricostruttiva. Fu originariamente descritto come lembo settocutaneo ma i suoi vasi perforanti il più delle volte attraversano il muscolo. Uno dei problemi del lembo ALT microchirurgico è il cosiddetto *twisting* del peduncolo, dato che il vaso perforante non mantiene il suo orientamento una volta dissezionato dal muscolo. In questo articolo gli autori riportano una serie di procedure chirurgiche di ricostruzione dell'arto superiore con una versione modificata del classico lembo microchirurgico di anterolaterale di coscia. Per prevenire il *kinking* o lo stiramento e per permettere una mobilità precoce nel post-operatorio, proponiamo un artificio per proteggere il peduncolo vascolare dell'ALT flap apponendo attorno al peduncolo una cuffia muscolare di vasto laterale. Crediamo che la cuffia muscolare potrebbe evitare complicanze derivanti dall'attorcigliamento e dallo stiramento del peduncolo ed in questo modo permetterebbe una mobilizzazione precoce dell'area ricevente nei suoi movimenti funzionali.

Parole chiave: lembo anterolaterale di coscia, kinking, coiling, microchirurgia

SUMMARY

AIM: The Antero-Lateral flap is actually one of the most used flaps in reconstructive surgery. It was describe as a septocutaneous flap but its perforators more often have a muscular pattern. One of the problems of the ALT free flap is the possible twisting of the pedicle, given that the perforator vessel does not maintain its orientation once dissected from the muscle.

Methods. In this article the authors report on through a series of soft tissue reconstructions of upper extremities through a modification of anterolateral thigh free flaps. To prevent kinking or stretching, we propose a new way to protect vascular pedicle in the ALT flap by preparing a muscular cuff of vastus lateralis around the pedicle.

Results. 7 out of 7 flaps were performed successfully. We allowed thanks to this technique the patients to start a passive and active physiotherapy.

Conclusions. We believe that the muscular cuff could be able to avoid complications derived from pedicle twisting and stretching allowing early mobilization thus improves the receiving area functional movement abilities.

Keywords: ALT Flap, kinking, coiling, microsurgery

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi, il lembo anterolaterale di coscia è descritto come un lembo basato su vasi perforanti adatto alla ricostruzione di perdite di sostanza di varia dimensione. Studi iniziali di Song ed altri coautori riportavano nel 1984 [1] l'ALT come un lembo basato sulla branca setto-cutanea della branca discendente dell'arteria circonflessa femorale laterale.

Più recentemente, Zhou e colleghi [2] hanno mostrato che i vasi su cui si basa questo tipo di lembo sono in realtà in modo predominante perforanti muscolo-cutanei.

Il lembo anterolaterale di coscia ha guadagnato negli anni consenso grazie alla sua versatilità nella ricostruzione del distretto testa e collo [3], dell'arto superiore [4], inferiore [5,6], della parete toracica [7], genitali [8,9] e ricostruzione mammaria [10]. I vantaggi principali [11] di questo lembo sono la facilità di dissezione, un'anatomia vascolare relativamente stabile dell'arteria femorale circonflessa [12], multiple possibilità nel disegno, dimensioni e spessore del lembo, possibilità di incorporare fascia o muscolo e non ultimo una minima morbidity del sito donatore. La possibilità di danno e attorcigliamento dei vasi è una delle principali complicanze di tale lembo. Il confezionamento di una cuffia muscolare attorno al peduncolo preserva e mantiene il naturale orientamento dei vasi.

Una cuffia di muscolo vasto laterale è stata ogni volta preparata e trasferita insieme al lembo. Siamo fiduciosi che questa semplice scelta chirurgica potrebbe minimizzare i rischi derivati dall'attorcigliamento, lo stiramento e la pressione del peduncolo vascolare.



Figura 1. Condizione iniziale del paziente dopo il debridement.

MATERIALI E METODI

Da gennaio 2012 a maggio 2012 abbiamo eseguito 7 lembi microchirurgici di anterolaterale di coscia presso la nostra unità operativa. Le perdite di sostanza erano causate da motivi oncologici, ustioni o fattori traumatici.

I criteri di inclusione includevano un lembo microchirurgico di anterolaterale di coscia basato su perforanti intramuscolari, miocutanei o fasciocutanei, a forma ellittica. In un caso, durante la presentazione del lembo si è notato che l'anatomia del peduncolo risultava inusuale: le branche trasverse e discendenti erano congiunte e ciò ha reso particolarmente difficoltosa la dissezione.

RISULTATI

7 lembi su 7 sono stati successivamente eseguiti ed in nessuno dei 7 casi è stata necessaria una revisione dell'anastomosi. Nel paziente 5 un innesto di matrice di rigenerazione dermica è stato posizionato per la chiusura del sito donatore, in 4 casi un innesto a spessore parziale ed in 2 casi è stato facilmente chiuso per prima intenzione. Un leggero peggioramento del movimento dell'arto è stato notato nel paziente 3 e assente nei rimanenti pazienti.

A 5 giorni dall'operazione nei casi di ricostruzione dell'arto inferiore, è stato possibile far cominciare ai pazienti una fisioterapia passiva e attiva. Nei casi di ricostruzione della mano, nessuna riparazione tendinea è stata necessaria e di conseguenza è stato possibile l'inizio delle sedute fisioterapiche già dalla terza giornata post-operatoria (Figure 1, 2 e 3) (Tabella 1).



Figura 2. Innalzamento del lembo. Si noti la cuffia muscolare intorno al peduncolo vascolare.



Figura 3. Risultato finale ad 11 mesi dall'intervento chirurgico.

DISCUSSIONE

Abbiamo precedentemente illustrato 7 casi di ricostruzione dei tessuti molli dell'arto superiore con lembo anterolaterale di coscia, dove una cuffia di muscolo vasto laterale è stata apposta attorno al peduncolo per prevenire fenomeni dannosi come lo stiramento o l'attorcigliamento.

Tutti i lembi sono stati trasferiti con tecnica microchirurgica la ricostruzione dell'arto superiore (3 per la mano, 3 per la regione anticubitale e 1 per la regione ascellare).

Uno dei problemi del lembo ALT è il possibile attorcigliamento del peduncolo vascolare che non mantiene il suo naturale orientamento una volta eseguita la dissezione. Molti autori raccomandano di preservare una cuffia di fascia muscolare attorno al peduncolo, noi riteniamo che una cuffia di muscolo vasto laterale sia adatta allo scopo e più facilmente realizzabile tecnicamente, permettendo una mobilizzazione precoce del sito ricevente.

La protezione data dalla cuffia muscolare circondante i vasi perforanti ha mostrato essere utile quando il lembo è localizzato in una piega articolare dove la pronosupinazione, rotazione o flessione-estensione possono premere e ritorcere il peduncolo. Questo semplice artificio proposto può permettere una precoce mobilizzazione per scopi riabilitativi dell'arto traumatizzato.

La procedura necessaria per la dissezione dei vasi

Tabella 1. Sommario dei pazienti e ricostruzioni effettuate.

| Età | Sesso | Causa | Dimensione del lembo | Tipo di lembo | Chiusura del sito donatore |
|-----|-------|--|----------------------|---------------|--|
| 51 | M | Ustione di terzo grado della mano destra con edema della regione carpale metacarpale dorsale e sindrome compartimentale del terzo distale dell'avambraccio. | 14 cm x 8 cm | Fasciocutaneo | Innesto a spessore parziale |
| 71 | M | Perdita di sostanza della regione mediale del dorso della mano con diagnosi istologica di carcinoma squamo verrucoso. | 12 cm x 9 cm | Miocutaneo | Prima intenzione |
| 31 | M | Cicatrizzazione ipertrofica e contrattura dopo ustione coinvolgente la regione cervicale posteriore, deltoidea e dorsale con retrazione importante localizzata alla piega ascellare anteriore. | 20 cm x 12 cm | Fasciocutaneo | Innesto a spessore parziale |
| 41 | M | Area necrotica dopo trauma contusivo coinvolgente il braccio destro fino al terzo prossimale dell'avambraccio. | 16 cm x 10 cm | Fasciocutaneo | Innesto a spessore parziale |
| 51 | M | Trauma da elettrocuzione con ustione di terzo grado della mano destra. | 14 cm x 26 cm | Miocutaneo | VAC therapy + Matrice di rigenerazione dermica |
| 72 | F | Carcinoma basocellulare della piega cubitale | 5 cm x 8 cm | Fasciocutaneo | Prima intenzione |
| 17 | M | Incidente della strada con una dislocazione esposta della spalla sinistra e perdita di sostanza della regione anticubitale con sezione completa del nervo mediano e arteria brachiale. | 8 cm x 14 cm | Fasciocutaneo | Innesto a spessore parziale |

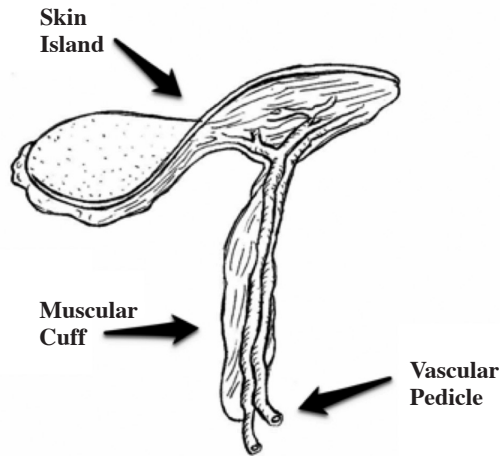


Figura 4. Schematizzazione della tecnica proposta.

perforanti con cuffia muscolare annessa non richiede tempo aggiuntivo confrontandola con la dissezione e la preparazione di una cuffia di fascia muscolare. Inoltre, la morbidità del sito donatore è esattamente comparabile ad una dissezione classica.

Gli autori, dopo i primi casi, hanno osservato che il tempo richiesto per la dissezione del lembo con la cuffia muscolare è minore se comparato alla dissezione tradizionale.

Concludendo, anche se il numero di casi analizzati in questo articolo è limitato, secondo gli autori, l'utilizzo di una cuffia muscolare di vasto laterale attorno al peduncolo di un lembo ALT dovrebbe essere raccomandato nella ricostruzione della maggior parte delle regioni del corpo, in particolare nei casi in cui la fisioterapia precoce è raccomandata, come nell'arto superiore (Figura 4).

CONCLUSIONI

La versatilità del lembo anterolaterale di coscia è una delle più apprezzate caratteristiche. La morbidità del sito donatore è di poco significativo, l'anatomia regionale costante e secondo la letteratura [14] il 92% delle ricostruzioni con ALT flap sono eseguite senza complicanze.

Tra le possibili difficoltà della procedura chirurgica e del periodo post-operatorio sono le complicanze meccaniche quali *twisting* e *stretching* del peduncolo nelle regioni quali il polso, l'ascella e l'arto superiore in generale, dove i movimenti di prono-supinatori, rotatori e flesso-estensori possono traumatizzare i

vasi anastomizzati causando il fallimento del lembo. Nei casi presentati è stato possibile preparare una cuffia muscolare di vasto laterale attorno al peduncolo e nessuna complicanza è stata osservata. Inoltre, gli autori hanno notato una riduzione del tempo chirurgico rispetto alla procedura dissettiva tradizionale.

Riteniamo quindi che un tassello di muscolo vasto laterale possa essere utile nella prevenzione di complicanze in lembo di anterolaterale di coscia dove le forze rotatorie ed estensorie possono mettere in pericolo la vitalità del lembo.

BIBLIOGRAFIA

1. Song YG, Chen GZ, Song YL. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg* 1984; 37(2): 149-59.
2. Zhou G, Qiao Q, Chen CY *et al.* Clinical experience and surgical anatomy of 32 free anterolateral thigh flap transplantations. *Br J Plast Surg* 1991; 44(2): 91-6.
3. Chen CM, Chen CO, Lai CS *et al.* Anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *J Oral Maxillofacial Surg* 2005; 63(7): 948-52.
4. Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Takahashi Y. New anterolateral thigh perforator flap with a short pedicle for reconstruction of defects in the upper extremities. *Ann Plast Surg* 2003; 51(1): 30-6.
5. Valentini V, Terenzi V, Cassoni A *et al.* Anterolateral thigh flap harvested from paralytic lower extremity in a patient with late polio sequel. *J Cranio-maxillo-facial Surg* 2012; 40(1): e5-7.
6. Wang CH *et al.* Reconstruction of trochanteric pressure sores with pedicled anterolateral thigh myocutaneous flaps. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2011; 64(5): 671-6.
7. Kayano S *et al.* Comparison of pedicled and free anterolateral thigh flaps for reconstruction of complex defects of the abdominal wall: Review of 20 consecutive cases. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2012.
8. Felici N, Felici A. A new phalloplasty technique: the free anterolateral thigh flap phalloplasty. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2006; 59(2): 153-7.
9. Filobos G, Chapman T, Khan U. Split anterolateral thigh (ALT) free flap for vulva reconstruction: a case report. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2012; 65(4): 525-6.

10. Bernier C *et al.* Bilateral breast reconstruction using bilateral anterolateral thigh flaps: a case report. *Ann Plast Surg* 2009; 62(2): 124-7.
11. Chana JS, Wei FC. A review of the advantages of the anterolateral thigh flap in head and neck reconstruction. *Br J Plast Surg* 2004; 57(7): 603-9.
12. Valdatta L *et al.* Lateral circumflex femoral arterial system and perforators of the anterolateral thigh flap: an anatomic study. *Ann Plast Surg* 2002; 49(2): 145-50.
13. Townley WA *et al.* Critical assessment of the anterolateral thigh flap donor site. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2011; 64(12): 1621-6.
14. Kuo YR *et al.* Versatility of the free anterolateral thigh flap for reconstruction of soft-tissue defects: review of 140 cases. *Ann Plast Surg* 2002; 48(2): 161-6.

VERSATILITY OF SUPERFICIAL CIRCUMFLEX ILIAC ARTERY PERFORATOR (SCIP) FLAP IN HAND RECONSTRUCTION

*Paolo Cortese, Federico Tamborini, Paola Bortot, Giorgio Eugenio Pajardi
Scuola di Chirurgia Plastica e Ricostruttiva, Università degli Studi di Milano
UOC Chirurgia della Mano, Ospedale San Giuseppe Multimedica, Milano*

Referente

Federico Tamborini - Cell. 3282188457 - E-mail: tamborini.federico@gmail.com

SINTESI

Introduzione. Il lembo inguinale, basato sull'arteria circonflessa iliaca superficiale (SCIA), è stato il primo lembo libero descritto ed eseguito con successo. La sua popolarità è stata persa per la variabilità anatomica dell'arteria, la scarsa lunghezza del peduncolo e l'eccessivo spessore del lembo. Il lembo perforante, basato sull'arteria circonflessa iliaca superficiale (SCIP) differisce dal lembo inguinale poiché basato su un vaso perforante del sistema iliaco circonflesso superficiale di cui sfrutta solo un corto segmento di circa 3-4 cm.

Pazienti e metodi. Da gennaio 2012 a ottobre 2012 gli autori hanno eseguito il lembo perforante su arteria circonflessa iliaca superficiale in 7 pazienti per la copertura di perdite di sostanza cutanee in esiti di traumi della mano. Tutti i lembi sono stati basati sui vasi perforanti del ramo superficiale dell'arteria iliaca circonflessa superficiale. L'età media dei pazienti è di 35,5 anni. Lo spessore e le dimensioni del lembo sono state attagliate in base alla sede e all'area della perdita di sostanza. La localizzazione dei vasi perforanti è stata confermata preoperativamente mediante Doppler. Tutti i lembi eseguiti sono sopravvissuti eccetto un caso di necrosi completa per trombosi su arteria radiale. La lunghezza media del peduncolo è stata di 10 cm (range 8 - 12 cm) e le dimensioni medie del lembo di 7 x 13 cm (range 5 x 9 - 8 x 18 cm). Non è stato necessario alcun innesto venoso al peduncolo.

Risultati. I vantaggi del lembo SCIP sono la minima morbilità del sito donatore con chiusura di prima intenzione, la dissezione più superficiale del peduncolo, la sede donatrice nascosta e priva di peli, la disponibilità di un'ampia area cutanea, lo spessore minimo del lembo cutaneo, il lungo peduncolo vascolare, la presenza di un sistema di drenaggio venoso superficiale supplementare, la possibilità di lavoro contemporaneo di due *équipe* operatorie. Gli svantaggi sono la più difficoltosa dissezione e anastomosi di vasi perforanti di piccolo calibro (inferiore ad 1 mm).

Conclusioni. Il lembo perforante da arteria circonflessa iliaca superficiale è l'evoluzione del convenzionale lembo libero inguinale. Il lembo SCIP, non solo supera gli svantaggi del lembo inguinale ma offre tutti i vantaggi dei lembi perforanti. Crediamo che tale lembo possa diventare una delle opzioni più versatili nella ricostruzione di perdite di sostanza in chirurgia della mano.

Parole chiave: microchirurgia, lembo inguinale, lembo perforante da arteria circonflessa iliaca superficiale, ricostruzione della mano

SUMMARY

Introduction. The groin flap, based on the superficial circumflex iliac artery (SCIA), was the first ever successful free flap [1-3]. However, its popularity was lost essentially because of the variable arterial anatomy, the short pedicle and the bulkiness of the flap itself [7-9]. The perforator flap based on the superficial circumflex iliac artery (SCIP flap) differs from the groin flap in that it is based on only a

perforator of the superficial circumflex iliac system and has a short segment (3 to 4 cm in length) of this vascular system [10-13].

Patients and methods. From January 2012 to October 2012, the authors performed the superficial circumflex iliac artery perforator flap in 7 patients for coverage of soft-tissue defects for hand trauma. All the flaps were elevated based on the perforators of the superficial branch of the SCIA. The mean age of the patients was 35,5 years. The thickness and size of the flap was adjusted according to the defect. A Doppler was used to detect the location of the perforators preoperatively and to confirm the blood flow after elevation of the flap. The flaps survived completely in all but one case for radial artery thrombosis. The mean pedicle length was 10 cm (range 8 - 12 cm), and the mean flap size was 7 × 13 cm (range, 5 × 9 to 8 × 18 cm). No vein grafting was necessary in any patient. Results. The advantages of this flap include the minimal donor-site morbidity with primary donor-site closure, no need for deeper and longer dissection for the pedicle vessel, a hairless and concealed donor site, the availability of a large cutaneous flap, possible primary trimming of the flap to be thin and pliable, the availability of a long vascular pedicle and of a large cutaneous vein as a venous drainage system, a two-team approach can be used, no sacrifice of a major artery of a limb, easy elevation of the tensor fascia, which can be rolled and used as graft for tendon reconstruction. The disadvantages are the need for dissection for a smaller perforator and an anastomosing technique for small-caliber vessels of less than 1.0 mm.

Conclusions. The superficial circumflex iliac artery perforator flap is an evolution of the conventional free groin flap. This flap not only overcomes most of the disadvantages of the traditional free groin flap, but also offers many advantages of the successful application of perforators free flaps. We believe that the SCIP flap will become one of the most versatile option in hand reconstruction.

Keywords: microsurgery, groin flap, superficial circumflex iliac artery perforator flap, hand reconstruction

INTRODUCTION

The groin flap, based on the superficial circumflex iliac artery (SCIA), was the first ever successful free flap [1-3]. Concealment of the donor site and the large cutaneous flap made this procedure very popular, especially for limb reconstruction in children and young women [4-6]. However, its popularity was lost essentially because of the variable arterial anatomy, the short pedicle and the bulkiness of the flap itself [7-9].

With the development of perforator flaps, the major pedicle vessels of the flaps have been replaced by small perforators, minimizing donor site morbidity without any decrease in skin territories. The perforator flap based on superficial circumflex iliac artery (SCIA) differs from the groin flap in that it is nourished by only a perforator of the superficial circumflex iliac system and has a short segment (3 to 4 cm in length) of this vascular system [10-13].

The SCIP flap has been used for limb [12,13], mandibular [14], facial [15,16] and genital [17,18] reconstruction.

We present seven cases in which free superficial circumflex iliac artery perforator flaps were transferred for coverage of soft-tissue defects after hand trauma.

PATIENTS AND METHODS

From January 2012 to October 2012 seven patients underwent superficial circumflex iliac artery perforator flap transposition for hand reconstruction after trauma. Five patients were male, two female. Patient ages ranged from 20 to 68 years. In all but one case was affected the dorsal hand. The palmar injury was secondary to a burn; the other patients suffered a car accident (3 cases), a crash injury under a press (2 cases) and a saw injury. In all the cases tendons were exposed; two patients reported an open fracture.

SURGICAL TECHNIQUES

A Doppler was used to detect the location of the perforators preoperatively and to confirm the course of the superficial circumflex iliac artery. The dominant perforator of the superficial and deep branches of the superficial circumflex iliac system is usually located at the cross-point 3 cm medial from the anterosuperior iliac spine and through the course of the superficial circumflex iliac artery. To avoid the donor-site scar over the inguinal ligament and anterior superior iliac spine, we designed the flap parallel to the superficial circumflex iliac artery. The shape and size of the flap was adjusted according to the defect.

The patients were placed in the supine position. The flap design was drawn on the groin region (Fig. 3a). The first incision was made through the inferior border of the outline to detect the deep or superficial branch of the SCIA and the perforators of the branch. The superficial branch and deep branch of the SCIA are often inversely proportional in size [13], however we performed all the flaps based on the superficial branch avoiding intramuscular dissection. So the pedicle of the SCIP flap was a perforator of the superficial branch, the superficial branch and a short segment of the SCIA. During suprafascial flap elevation from the distal side (“retrograde” dissection), several perforators of the superficial circumflex iliac artery system can be easily identified (Fig. 3b). The dominant perforator was dissected deeply to the level of the superficial branch of the SCIA system. In only two cases we were able to preserve two of any perforator until a sizable vessel has been identified. The cutaneous nerves were preserved during flap dissection to minimize the area of numbness at the donor site. The cutaneous vein was included as a venous drainage system for the flap in one case; the

concomitant veins of the superficial circumflex iliac artery were used in five cases. After dissection of the perforator and superficial circumflex iliac artery system, the superior border of the flap was incised to elevate it as an island flap (Fig. 3c). If necessary, thinning, except around the perforator in the flap, is possible with removal of fatty tissue with scissors; the flap thickness was regulated according to the specific requirements at the recipient site (Fig. 3d). The key point for this operation was to detect and preserve the perforators and both superficial circumflex iliac artery branches. Finally, the superficial circumflex iliac artery, concomitant vein (usually one), and superficial circumflex iliac cutaneous vein were ligated. The proximal and distal portions of the perforator division of the superficial circumflex iliac artery system were transected, and a free groin perforator flap with a perforator and small segment of superficial circumflex iliac artery and concomitant vein and the cutaneous vein was transferred. Simultaneous flap elevation, escarotomy and recipient vessel preparation in the upper limb was possible with a two-team approach. Anastomoses were per-

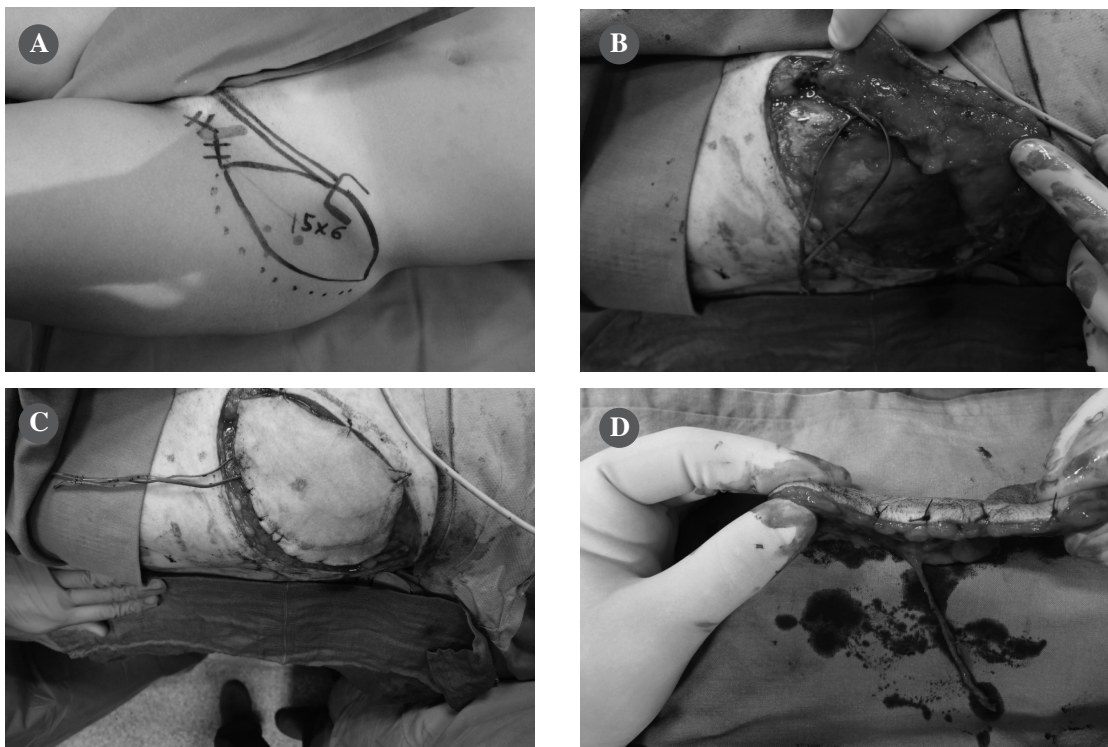


Figure 3. Surgical technique; a: pre-operative flap design; b: intraoperative flap dissection; c: the superior border of the flap was incised to elevate it as an island flap; d: the free SCIP flap elevated.

formed end-to-end in all seven cases. Regarding the drainage veins for these flaps, six were concomitant veins and one was a cutaneous vein. The donor-site defect was closed directly in all our cases.

POSTSURGICAL PROCEDURE

As part of the postsurgical procedure, antithrombotic prophylaxis with acetylsalicylic acid 100 mg and enoxaparin (4000-6000 UI/day) was performed for 10 days after the surgical procedure. Postoperative flap monitoring by means of acoustic Doppler, temperature, refill, dextrostix (DTX) and flap colour every hour on the first day, every 3 hours on day 2 and 3, every 6 hours on day 4 and every 12 hours from day 5 to day 10. The inflammatory markers have been analyzed at day 3 and day 7 after surgery. No blood transfusion was necessary. The follow-up examination occurred a minimum of 3 months after surgery.

RESULTS

The flaps ranged in size from 8 to 18 cm in length, from 6 to 8 cm in width, from 1 to 2.5 cm in thickness, and from 7 to 10 cm in pedicle length. All flaps were in a single-paddle design. The recipient vessels were secondary branches of the radial arteries and the ulnar arteries respectively in 5 and 2 cases. The

time required for flap dissection typically ranged between 1.3 hours and 2.2 hours in our experience. Six of the flaps in our study survived, without post-surgical complication and secondary revision. In one case the flap died for arterial thrombosis, so a delayed anterolateral thigh free flap was performed with vein graft. The follow-up examination occurred a minimum of 3 months after surgery and continued up to now (range 3 - 9 months).

CASE REPORTS

CASE 1

A 68-years-old male patient had sustained an injury of his right hand with thumb subamputation (Fig. 4a, 4b, 4c) complicated with an infection after replantation. As a consequence of wound infection, this patient underwent a loss of soft tissue, tendon exposure and osteomyelitis (Fig. 4d). Once the local infection had been brought under control with culture-based antibiotics and VAC therapy, a 12 x 8 cm superficial circumflex iliac artery perforator flap in the shape of ellipse was designed and removed from the left groin region. We selected the superficial circumflex iliac artery and concomitant vein as the pedicle for anastomosis. The donor-site defect was closed directly. The flap survived well, it did not require secondary revision.

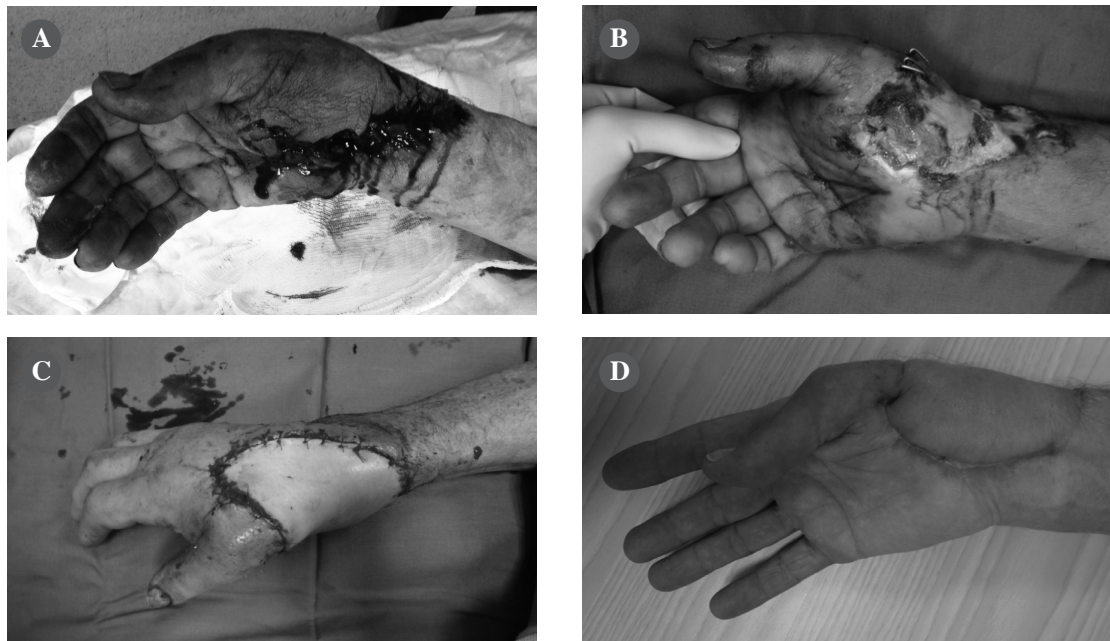


Figure 4. Case 1; a: right thumb sub-amputation; b: infection and skin necrosis with tendon exposure; c: immediate post-operative; d: 3 months post-operative follow-up.



Figure 5. Case 2; a: dorsal right hand injury with extensor tendon exposure; b: donor-site defect closed directly; c: immediate post-operative; d, e: 4 months post-operative follow-up.

CASE 2

A 27-years-old female patient had sustained a car accident with injury of her right hand (Fig. 5a). From examination of the groin region, a 10 x 5 cm superficial circumflex iliac artery perforator flap was designed in the shape of ellipse. Then the flap was elevated from left groin region with a 6 cm pedicle from the superficial branch of the superficial circumflex iliac artery and the cutaneous vein (Fig. 5c, 5d, 5e).

The pedicle was anastomosed to a branch of the radial artery and a subcutaneous dorsal vein by means of an end-to-end method. The donor-site defect was closed directly (Fig. 5b).

DISCUSSION

Reconstruction of the upper extremity, particularly the hand, requires thin and pliable tissue. Regional pedicled flaps are often used for upper-extremity reconstruction. However their use is limited by the arc of rotation of the flap and by the extent of injury to the extremity; in addition, the surgeon must assess the risk of adding a donor site to the already injured extremity. A multitude of flaps have been developed and used to satisfy the above goals. The use of perforator flaps in limb reconstruction has become an increasingly safe and routine procedure due to improvement of the perforator anatomy and evolving surgical techniques. Although several free flaps have

been used for extremity reconstruction [19-21], they may have some disadvantages as a short or small caliber of the pedicle, variable arterial anatomy, need for deep and long dissection, relative bulkiness and numbness at the donor site with not concealed scar. The perforators flaps, such as the anterolateral thigh perforator flap, the thoracodorsal perforator flap and deep inferior epigastric perforator flap, provide medium-thickness flaps for coverage of large defects in the upper limb. These flaps result in a residual bulkiness with poor aesthetics of the hand, needing for multiple debulking procedures, with more loss of time and more costs; functionally these flaps could interfere with motor functions, such as flexion over metacarpo-phalangeal joints. Much effort has been spent in attempting to improve the disadvantages of free flaps and to find a thin and pliable with minimal donor-site morbidity. The superficial circumflex iliac artery perforator (SCIP) flap is an excellent choice for limb reconstruction. The superficial circumflex iliac artery (1.3 to 2.5 mm in diameter, 1.5 to 3.0 cm in length) and concomitant vein arise from the superficial femoral artery and vein, 2.5 - 3 cm inferior to the inguinal ligament deep to the deep fascia of the thigh, with the superficial and deep branches dividing from the superficial circumflex iliac artery at approximately 1.5 cm from the femoral artery (Fig. 6). The superficial branch (0.6 to 1.2 mm in diameter) penetrates the deep fascia immediately and runs superolaterally to approach the anterior superior iliac spine. It gives off a few perforators at the middle portion of the anteromedial groin region. The deep branch (0.9 to 1.5 mm in diameter) continues in a superolateral direction beneath the deep fascia of the sartorius muscle, where it supplies muscle branches and muscle perforators (0.5 to 0.9 mm in diameter) [22].

The deep branch also supplies several subbranches in the suprafascial layer in the anterolateral groin region after it penetrates the deep fascia at the lateral border of the sartorius muscle approximately 6 cm from the femoral artery. The perforator of either dominant branch can be selected as a pedicle of the flap. The venous system corresponding to the superficial circumflex iliac artery includes the concomitant vein (0.5 to 0.9 mm in diameter) which drains directly into the femoral vein and also cutaneous veins of larger diameter (average 1.5 mm) that run parallel to the superficial circumflex iliac artery in the superficial layer of fatty tissue, which drain into the saphenous vein. The mean pedicle length is 8 cm (range 6 - 10 cm) [22] (Fig. 7).

The advantages of the SCIP flap include the minimal donor-site morbidity with primary donor-site closure, no need for deeper, muscular and longer dissection for the pedicle vessel, a hairless and concealed donor site, the availability of a large cutaneous flap, the availability of a long vascular pedicle and of a large cutaneous vein as a venous drainage system. The constitutional thickness of the SCIP flap and possible primary thinning, which is performed by preserving the subdermal venous plexus made this flap suitable and versatile for hand reconstruction. This primary thinning of a flap during first surgery

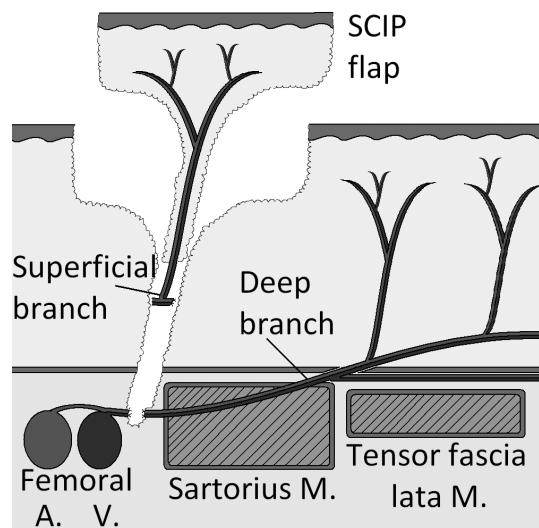


Figure 6. The superficial circumflex iliac perforator (SCIP) flap based on the superficial branch of the SCIA system.

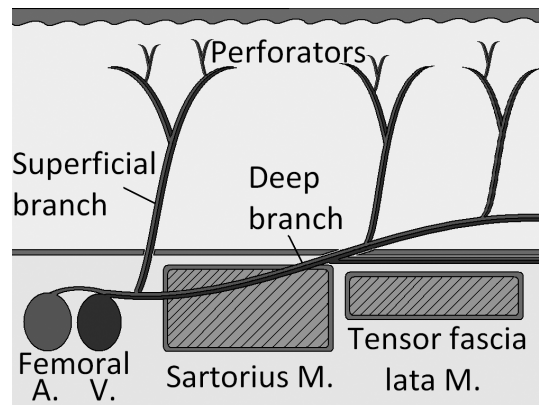


Figure 7. Anatomy of the SCIP flap.

will decrease the time of debulking procedures and facilitate later reconstruction of tendons, nerves and ligaments. Functional and aesthetic results are improved at both the donor and recipient sites of this flap. The disadvantages are the need for dissection for a smaller perforator and an anastomosing technique for small-caliber vessels of less than 1.0 mm. Vein grafting, an oblique sectioning or instrumental dilation vessels, and fish-mouthing or end-to-side anastomosis are useful techniques for addressing the small caliber of the vascular pedicle. In 2004, Koshima *et al.* recommended a supermicrosurgery technique for anastomosis with small vessels (0.5 mm in diameter). From our clinical application with the SCIP flap, it would appear that we have been able to successfully preserve the merits of some free flaps and overcome most of the short comings of them. All of the pedicles in our cases report reached the proximal segment of the superficial circumflex iliac artery (0.6 to 1.5 mm in diameter) or its major branch (0.6 to 1 mm). Such vascular caliber would appear to be sufficient for anastomosis according to our experience. It is typically the case that a sizable pedicle can be identified during flap dissection using a "retrograde dissection" method. Since the perforator vessels are highly variable between individuals regarding both size and asymmetry, pre-operative planning of any perforator flap cannot be based simply on a rigid set of anatomical rules. We used to perform the planning of the perforator flap with acoustic Doppler sonography because of its advantages, including good sensitivity, unlimited portability, non-invasiveness, easy manipulation, and intraoperative evaluation. In our case reports six of the flaps survived, and only one flap died for arterial thrombosis. We suggest a prudent flap design, with selection of flaps that feature a central perforator or multiple perforators and large or multiple venous drainage systems.

CONCLUSION

Perforator flap surgery is a new milestone in the field of reconstructive microsurgery. It has many advantages, such as the minimization of donor-site morbidity, the preservation of fascia, muscle and nerves, and quick and easy recovery of the donor site. The superficial circumflex iliac artery perforator (SCIP) flap is an evolution of the conventional free groin flap. This flap not only overcomes most of the disadvantages of the free groin flap and other free flaps but also offers many advantages deriving from the

successful application of perforators free flaps. The shorter and more superficial dissection, the possible primary defatting, the minimal morbidity and the concealment of the donor-site and the cutaneous vein availability as a venous drainage system a two-team approach can be used; the possible elevation of the tensor fascia for tendon reconstruction made this flap reliable and versatile. We believe that the SCIP flap will become one of the most versatile option in hand reconstruction.

REFERENCES

1. McGregor IA, Jackson IT. The groin flap. *Br J Plast Surg* 1972; 25: 3.
2. Smith PJ, Foley I, McGregor IA, Jackson IT. The anatomical basis of the groin flap. *Plast Reconstr Surg* 1972; 49: 41.
3. Daniel RK, Taylor GI. Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 1973; 52: 111.
4. O'Brien BM, McLeod AM, Hayhurst JW, Morrison WA. Successful transfer of a large island flap from the groin to the foot by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 1973; 52: 271.
5. Harii K, Ohmori K, Torii S *et al.* Free groin skin flaps. *Br J Plast Surg* 1975; 28: 225.
6. Chuang DCC, Colony LH, Chen HC, Wei FC. Groin flap design and versatility. *Plast Reconstr Surg* 1989; 84: 100.
7. Hough M, Fenn C, Kay SP. The use of free groin flaps in children. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113: 1161.
8. Cooper TM, Lewis N, Baldwin MA. Free groin flap revisited. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103: 918.
9. Hahn SB, Kim HK. Free groin flaps in microsurgical reconstruction of the extremity. *J Reconstr Microsurg* 1991; 7: 187.
10. Kimura N, Saitoh M. Free microdissected thin groin flap design with an extended vascular pedicle. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117: 986-92.
11. Kimura N, Saitoh M, Hasumi T *et al.* Clinical application and refinement of the microdissected thin groin flap transfer operation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009; 62(11): 1510-6.
12. Hsu WM, Chao WN, Yang C *et al.* Evolution of the free groin flap: the superficial circumflex iliac artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg* 2007; 119: 1491-8.
13. Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T *et al.* Superficial circumflex iliac artery perforator flap for recon-

- struction of limb defects. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113: 233-40.
14. Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Itoh S. Sequential vascularized iliac bone graft and a superficial circumflex iliac artery perforator flap with a single source vessel for established mandibular defects. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113(1): 101-6.
 15. Narushima M, Yamasoba T, Iida T, Yamamoto T *et al.* Pure skin perforator flap for microtia and congenital aural atresia using supermicrosurgical techniques. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2011; 64(12): 1580-4.
 16. Iida T, Mihara M, Yoshimatsu H *et al.* Versatility of the superficial circumflex iliac artery perforator flap in head and neck reconstruction. *Ann Plast Surg* 2014; 72(3): 332-6.
 17. Koshima I, Nanba Y, Nagai A *et al.* Penile reconstruction with bilateral superficial circumflex iliac artery perforator (SCIP) flaps. *J Reconstr Microsurg* 2006; 22(3): 137-42.
 18. Yoo KW, Shin HW, Lee HK. A case of urethral reconstruction using a superficial circumflex iliac artery. *Arch Plast Surg* 2012; 39(3): 253-6.
 19. Horta R, Silva P, Costa-Ferreira A, Amarante JM, Silva A. Microsurgical soft-tissue hand reconstruction: an algorithm for selection of the best procedure. *J Hand Microsurg* 2011; 3(2): 73-77.
 20. Engelhardt TO, Rieger UM, Schwabegger AH, Pierer G. Functional resurfacing of the palm: flap selection based on defect analysis. *Microsurgery* 2012; 32(2): 158-66.
 21. Chai Y, Wang CY, Wen G *et al.* Combined medial pedis and medial plantar fasciocutaneous flaps based on the medial plantar pedicle for reconstruction of complex soft tissue defects in the hand. *Microsurgery* 2011; 31(1): 45-50.
 22. Sinna R, Hajji H, Qasemyar Q *et al.* Anatomical background of the perforator flap based on the deep branch of the superficial circumflex iliac artery (SCIP Flap): a cadaveric study. *Eplasty* 2010; 10: e11.

AN ARTHROSCOPIC AND OPEN APPROACH WITH VITAL DYE INJECTION ALLOWS DIAGNOSIS AND TREATMENT OF RECURRENT GANGLIA AND SYNOVIAL SINUSES OF THE WRIST

TECHNICAL NOTE

A NOVEL PROPOSAL FOR A SAFE APPROACH TO SYNOVIAL RHEUMATOID WRIST FISTULAS

Michele R Colonna^o, Carmelo Crisafulli^o, Ferdinando Stagno d'Alcontres^o, Loris Pegoli*, Giovanni Risitano[§], Giorgio E Pajardi*, Francesco Stagno d'Alcontres^o

From the Department of Surgical specialties, Section of Plastic surgery, University of Messina, Italy^o; Clinica Cappellani, Messina, Italy[§], and the Institute of Plastic Surgery of the University of Milan, Italy*

Referente

Michele R Colonna - Viale della libertà, 395/Y - 98121 Messina - Tel 0902212588 - Fax 0902213727

E-mail: mrcolonna1@libero.it

SINTESI

Igromi e fistole sinoviali sono spesso espressione di malattia reumatoide.

Gli Autori hanno trattato una fistola sinoviale plurirecridiva del polso in una paziente sieronegativa. Dopo tre interventi chirurgici open ed un trattamento per via artroscopica, la paziente è stata sottoposta ad artroRMN con esito negativo. Si è allora predisposto un approccio combinato nuovo, per via artroscopica ed aperta, attraverso la quale iniettare un colorante vitale; evidenziato in questo modo tanto esternamente quanto internamente all'articolazione il tramite fistoloso, è stato aggredito e rimosso attraverso le due vie di accesso. La ferita è stata trattata per i successivi settanta giorni con medicazioni avanzate ed il polso immobilizzato per un mese, bloccando nel mese successivo la pronosupinazione. Gli Autori propongono questa metodica quale efficace nel trattamento ed eradicazione delle fistole sinoviali recidive del polso.

Parole chiave: polso, igromi e fistole sinoviali, recidiva, artrite reumatoide, artroscopia, iniezione di colorante vitale

SUMMARY

Wrist ganglions and sinuses are often observed in rheumatoid disease.

The authors treated a recurrent synovial wrist sinus in a seronegative rheumatoid patient. After three surgical and an arthroscopic accesses, the patient underwent an arthro-MRI which did not show any sinus. A new combined approach was performed, consisting of an endoscopic as well as an open way injecting a vital dye directly into the ganglion and removing the ganglion by a combined external excision/internal electrothermal shrinkage. The wound was treated with advanced stimulating dressings, leading to complete closure in 70 days, whilst the wrist was immobilized for one month, allowing for movements but pronosupination in the following 30 days.

The authors propose their approach as a safe and efficient tool in diagnosis and treatment of recurrent ganglia and sinuses of the wrist.

Keywords: wrist, synovial ganglion, relapse, rheumatoid arthritis, arthroscopy, vital dye injection

INTRODUCTION

Synovial sinuses have been reported as unusual but fearful complications of arthroscopic procedures, and surgeons often wonder how to reduce recurrence. In this study a double, endoscopic as well as external surgical approach, is proposed to solve these difficult cases.

In a case of recurrent ulnar wrist ganglion, in which the contrast arthro-MRI did not reveal effective, a vital dye injection combined with arthroscopy showed a synovial sinus communicating with the ulnar head recess of the wrist joint and allowed following the sinus from the outside up into the joint.

This method can be recommended for diagnosis and treatment of recurrent wrist synovial ganglions.

CLINICAL CASE AND TECHNIQUE

A 48-years-old woman, right handed, teacher, came for a recurring ganglion of her ulnar right wrist, which had been drained and then excised two years before. The ganglion was removed and pathologists confirmed mucoid degeneration. A third recurrence occurred one year later, an arthroscopic approach was attempted unsuccessfully and finally open surgery was performed with removal of the lesion. Wound opening and synovial sinus occurred 10 days after surgery, as well as ganglion recurrence.

An arthro MRI did not show any communication of the ganglion with the wrist joint. A combined approach, both arthroscopic and open, was programmed. During arthroscopy, 2 cc methylene blue were injected directly into the ganglion from the outside, and few seconds later we saw from the inside blue coming into the joint (Fig. 1, 2). Electrothermal shrinkage from the inside and surgical removal from the outside were performed, and the residual defect was closed by capsular suture and covered with a local adipofascial flap turned 180°.

OCT (oxydized cellulose textured) wound dressings were applied to stimulate wound healing as well as to reduce eventual residual liquid leakage from the wound and a longer healing time, 70 days long, was registered.



Figure 1. Arthroscopic view of the recess on the ulnar wall of radiocarpal joint: synovial leakage into the joint is documented.

To reduce recurrence, the wrist was immobilized for one month, then allowing for a complete rehabilitation but with limited prono-supination.

At 2 years follow-up the patient presents a ugly scar on the ulnar side of her wrist, but neither physical nor MRI signs of recurrence.

DISCUSSION

Ulnar localization, recurrence and sinus formation in this patient are suggestive of an even seronegative RA, and repeated aggressive care could stimulate hypertrophic synovial reactions (1); synovial sinuses have also been reported as an important complication after wrist arthroscopy (2).

Even if contrast studies have been reported as the gold standard in diagnosis, small sinuses could escape contrast medium because of their retraction within a scar. We propose a vital dye injection together with an arthroscopic approach as an effective alternative; to the best of our knowledge, this combined approach has never been reported in literature. We also mind the surgeon that after capsular closure and covering the defect, synovial reaction can burst again and only careful topical care with advanced dressing (such as oxymethylcellulose), even if slowly, together with wrist immobilization can promote and complete wound healing.

Rheumatic disease can produce recurrent wrist ganglia with production of synovial sinuses; a combined arthroscopic-open approach with a vital dye injection has revealed useful for the diagnosis, particularly in case of negative contrast medium exams, as well as for treatment.

REFERENCES

1. Iveson JM, Hill AG, Wright V. Wrist cysts and sinuse: an arthrographic study of the rheumatoid wrist. *Ann Rheum Dis* 1975; 34: 388-394.
2. Beredjikian P, Bozentka DJ, Leung L, Monaghan BA. Complications of wrist arthroscopy. *J Hand Surg Am* 2004; 29(3): 406-411.

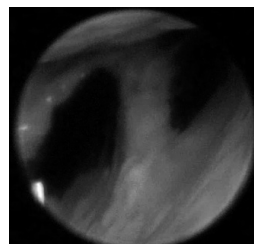


Figure 2. After vital dye (methylene blue) injection of the external ganglion, blue is seen entering the ulnar recess of the joint, confirming the presence the synovial sinus (in previous endoscopy and arthro-MRI, no external sinus had been found).

DISTAL RADIAL FRACTURE WITH RADIOULNAR JOINT DISLOCATION, ULNAR HEAD EXPOSURE AND ULNAR STYLOID FRACTURE

Luigi Tarallo*, Raffaele Mugnai*, Roberto Adani**

* Department of Orthopaedics, University Hospital of Modena, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

** Department of Hand Surgery, University Hospital of Verona, Verona, Italy

Referente

Roberto Adani - UOC Chirurgia della Mano - Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata Verona, Policlinico GB Rossi
Piazzale LA Scuro 10 - Verona - E-mail: roberto.adani@ospedaleuniverona.it

SINTESI

La lussazione acuta dell'articolazione radio-ulnare distale può essere isolata, o associarsi a frattura dell'epifisi distale radiale, o a frattura della metafisi radiale (tipo Galeazzi) o del capitello radiale (Essex-Lopresti). Di seguito riportiamo l'approccio utilizzato in un caso di lussazione dell'articolazione radio-ulnare distale associata alla frattura dell'epifisi distale radiale e alla frattura esposta della stiloide ulnare. La frattura dell'epifisi distale radiale è stata ridotta e stabilizzata con l'utilizzo di una placca volare. Il ripristino della corretta lunghezza radiale e l'eliminazione dell'angolazione dorsale hanno determinato la riduzione della testa dell'ulna nella giusta posizione confermata dalla valutazione clinica intra-operatoria, che ne ha testato la stabilità. Questo caso suggerisce che, tramite una riduzione anatomica della frattura radiale associata, è possibile ottenere anche la riduzione della lussazione radio-ulnare distale quando il complesso della fibrocartilagine triangolare è integro.

Parole chiave: frattura del radio, articolazione radio-ulnare distale, frattura stiloide, esposizione epifisi distale ulna

SUMMARY

Acute dislocation of the distal radio-ulnar joint can occur in isolation or in association with fracture of the distal radius, radial metadiaphysis (Galeazzi fractures) or radial head (Essex-Lopresti). We describe a choice of treatment that we had done in a case of dorsally displaced distal radius fractures with ulnar styloid fracture and dislocation of distal radio-ulnar joint. The distal radius fracture was reduced and fixed with a volar locking plate; subsequently, the ulnar head was reduced in his anatomical place and intraoperative clinical assessment revealed stability at the fracture site. Therefore no further surgical treatment was undertaken, also considering the exposure of the ulnar head for more than 4 hours. This case suggests that sometimes with performing an anatomical reduction of wrist fracture, if the fibrocartilage complex is good, the styloid ulna comes back to its anatomical place.

Keywords: radial fracture, radio-ulnar joint, styloid fracture, exposed ulnar head

INTRODUCTION

Ulnar styloid fractures are commonly associated injuries in patients with distal radius fracture [1,2]. Distal radioulnar joint instability is of particular concern because of the debilitating nature of this injury and the difficulties of surgical reconstruction. The



Figure 1. Clinical view in emergency room showed the exposed ulnar head.



Figure 2. X-ray view of wrist fracture with dislocation of ulnar head.



Figure 3. X-ray after 1 year with completely healing of the 2 fractures (distal radius and ulnar styloid fracture).

evidence is not conclusive regarding the treatment of an accompanying ulnar styloid fracture in patients with stable fixation of the distal radial fracture [3-6]. Recently, encouraging results have been reported following the use of volar locking plates [1,7]. In this study we report an effective choice of treatment for dorsally displaced distal radius fracture associated with ulnar styloid fracture and dislocation of distal radioulnar joint.

CASE REPORT

A 64-years-old woman presented with a dorsal exposed ulnar head (Fig. 1), consequent to a fall on the left hand. Radiographs showed fractures of distal radius and ulnar styloid with dislocation of radioulnar joint (Fig. 2). Using the volar approach by Henry, the distal radius fracture was reduced and fixed with a volar DVR locking plate (Hand Innovation). Subsequently, the ulnar head was reduced in his anatomical place and intraoperative clinical assessment revealed stability at the fracture site. Therefore no further surgical treatment was undertaken, also considering the exposure of the ulnar head for more than 4 hours. After 45 days the cast was removed and passive movements of the wrist were started. Twelve months after injury, the x-ray showed a complete healing of both fractures with no clinical signs of dislocation of the ulnar head (Fig. 3). The patient returned to regular work. At the clinical examination grip strength was 80% (compared with the right side, which was dominant), range of motion was 80° of extension, 70° of flexion, 20° of radial deviation, and 60° of ulnar deviation. The Mayo Wrist Score was 90 (Fig. 4).



Figure 4. Clinical evaluation at 1 year follow-up.

DISCUSSION

To isolate the effect of an accompanying ulnar styloid fracture in distal radial fractures on wrist function or radioulnar joint stability, it is necessary to eliminate the effect of dorsal angulation and shortening of the distal radial fracture fragments because they are the most common causes of instability of the distal radioulnar joint following distal radial fractures [8]. With the development of stable internal fixation of distal radial fractures, it may now be possible to solve this problem. This case suggests that sometimes with performing an anatomical reduction of wrist fracture stabilized with plate and screws, if the fibrocartilage complex is good, the styloid ulna comes back to its anatomical place. Our findings are in line with recent studies that demonstrated that the presence of an associated untreated fracture of the ulnar styloid does not adversely affect the outcome in patients with a distal radial fracture treated with a stable internal fixation [5,6,9].

REFERENCES

1. Murakami K, Abe Y, Takahashi K. Surgical treatment of unstable distal radius fractures with volar locking plates. *J Orthop Sci* 2007; 12: 134-40.
2. Oskarsson GV, Aaser P, Hjalld A. Do we underestimate the predictive value of the ulnar styloid affection in Colles fractures? *Arch Orthop Trauma Surg* 1997; 116: 341-4.
3. Belloti JC, Moraes VY, Albers MB *et al.* Does an ulnar styloid fracture interfere with the results of a distal radius fracture? *J Orthop Sci* 2010; 15: 216-22.
4. Buijze GA, Ring D. Clinical impact of united *versus* non-united fractures of the proximal half of the ulnar styloid following volar plate fixation of the distal radius. *J Hand Surg Am* 2010; 35: 223-7.
5. Kim JK, Koh YD, Do NH. Should an ulnar styloid fracture be fixed following volar plate fixation of a distal radial fracture? *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 1-6.
6. Souer JS, Ring D, Matschke S *et al.*; AOCID Prospective ORIF Distal Radius Study Group. Effect of an unrepaired fracture of the ulnar styloid base on outcome after plate-and-screw fixation of a distal radial fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 830-8.
7. Downing ND, Karantana A. A revolution in the management of fractures of the distal radius? *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1271-5.
8. Gehrman SV, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 421-9.
9. Zenke Y, Sakai A, Oshige T, Moritani S, Nakamura T. The effect of an associated ulnar styloid fracture on the outcome after fixation of a fracture of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91: 102-7.

IL MORBO DI KIENBÖCK: ESPERIENZA DI TRATTAMENTO CON SOSTITUTO OSSEO E PRP

Antonella Conti, Antonio D'Arienzo, Salvatore Mannino, Gabriele Salomone, Michele D'Arienzo
 Clinica ortopedica e traumatologica, UOP "Paolo Giaccone", Palermo

Referente

Prof. Michele D'Arienzo - E-mail: michele.darienzo@unipa.it

KIENBÖCK'S DISEASE: OUR EXPERIENCE IN TREATMENT WITH BONE GRAFT SUBSTITUTE AND PRP

SINTESI

La malattia di Kienböck è una patologia che colpisce il semilunare, caratterizzata dalla necrosi, la frammentazione ed il progressivo collasso dell'architettura del semilunare il cui risultato finale è rappresentato dalla distruzione della prima filiera del carpo e dallo sviluppo di un'artrosi radio-carpica.

Questa patologia è da considerarsi rara ed è più frequente negli uomini di età compresa tra i 20 ed i 40 anni che svolgono attività manuali. Ha un esordio caratterizzato da un dolore dorsale a livello del polso con limitazioni dell'escursione articolare.

La classificazione più utilizzata è quella di Lichtman che riconosce 4 stadi, in base ai quali cambiano le opzioni terapeutiche. Ad ogni stadio corrispondono precipue alterazioni radiografiche e di segnale alla RMN. Esistono varie opzioni di trattamento della malattia di Kienböck in base alla gravità della patologia.

Presso la nostra clinica, a partire dal 2010, abbiamo iniziato a trattare il morbo di Kienböck con innesto di sostituto osseo e PRP. Le proprietà del PRP sono a tutt'oggi oggetto di attenzione e studio nella comunità scientifica e abbiamo voluto testarne l'applicabilità in questa patologia.

Abbiamo trattato 7 casi con età media di 31 anni (minimo 21, massimo 45). Tutti avevano dolore in regione dorsale del carpo da almeno un anno ed avevano eseguito terapia medica e fisica senza alcun beneficio. 5 di questi pazienti erano nello stadio 2 e due in quello 3A della classificazione di Lichtman.

I risultati sono stati valutati mediante la scala VAS per il dolore e lo score della Mayo Clinic e la scala DASH per la funzionalità, con follow-up medio di 18 mesi, e sono stati ottimi in un caso, buoni in 5 e discreto in uno.

Parole chiave: malattia di Kienböck, osteocondrosi semilunare, PRP

SUMMARY

Kienböck's disease affects the lunate bone, and is characterized by necrosis, fragmentation and the progressive collapse of the lunate architecture, which may result in the destruction of the first row of the carpus and the development of radio-carpal osteoarthritis.

This is a rare disease and is more common in men between 20 and 40 years who perform manual activities. It has an onset characterized by pain located at dorsal region of the wrist with ROM limitations.

The most widely used classification is the Lichtman's one which recognizes four stages, according to which the therapeutic options change. At each stage correspond typical x-ray picture and MRI signal changes.

There are various treatment options for Kienböck's disease based on the severity of the disease.

In our clinic, from 2010, we have begun to treat Kienböck's disease with bone graft substitute and PRP. The properties of PRP are still the object of attention and study in the scientific community and we wanted to test its applicability in this disease.

We treated 7 cases with an average age of 31 years (minimum 21, maximum 45). All of them had pain in the dorsal region of the carpus for one year at least and underwent medical and physical therapy without

any benefit. Five of these patients were in stage II and one of them in stage 3A according to the Lichtman's classification.

The results were evaluated by visual analogue scale for pain and the score of the Mayo Clinic and the DASH scale for functionality with an average 18 months follow-up and were excellent in one case, good in 5 and fair in one.

Keywords: Kienböck's disease, osteochondrosis, lunata, PRP

INTRODUZIONE

La malattia descritta da Robert Kienböck nel 1910 [1] è una patologia che colpisce il semilunare, caratterizzata dalla necrosi, la frammentazione ed il progressivo collasso dell'architettura del semilunare il cui risultato finale consiste nella distruzione della prima filiera del carpo e dallo sviluppo di un'artrosi radio-carpica.

Questa patologia è da considerarsi rara ed è più frequente negli uomini di età compresa tra i 20 ed i 40 anni che svolgono attività manuali. Ha un esordio caratterizzato da un dolore a livello della regione dorsale del polso con limitazioni dell'escursione articolare.

La classificazione più utilizzata è quella di Lichtman che riconosce 4 stadi [2]. Il primo stadio è caratterizzato da assenza, nelle proiezioni radiografiche standard, di alterazioni strutturali con eventuale presenza di alterazioni di segnale a carico del semilunare in RMN. Il secondo stadio può mostrare, se comparato al controlaterale, un incremento della densità ossea nelle proiezioni radiografiche standard in assenza di alterazioni volumetriche del semilunare. Possono altresì essere presenti fratture della faccetta articolare prossimale. Lo stadio 3 è a sua volta suddiviso in stadio 3A, caratterizzato da collasso del semilunare con sua possibile frammentazione senza alterazioni a carico delle altre ossa del carpo, mentre nel 3B assistiamo ad un coinvolgimento globale del carpo con alterazione dell'altezza del semilunare e alterazione dei rapporti articolari intercarpici.

La genesi della patologia è ancora oggi incerta ma si ritiene che ad essa contribuiscano diversi fattori e che alla base ci sia comunque una sofferenza vascolare [3].

Uno dei fattori che sembra favorirne l'insorgenza è la variante del polso indicata come *minus*, in cui l'ulna risulta essere più corta rispetto al radio, condizione che potrebbe determinare un sovraccarico maggiore sul semilunare.

Un altro fattore predisponente sembra essere un'in-

sufficiente vascolarizzazione sia congenita che acquisita a carico dei rami anastomotici dei vasi palmar e dorsali che irrorano il semilunare.

La scelta del trattamento di questa patologia è strettamente correlato allo stadio in cui essa si trova e comprende strategie conservative e chirurgiche [4]. Tra le prime ricordiamo la terapia con antiinfiammatori e l'immobilizzazione in gesso, eventualmente associata ad onde d'urto.

Gli interventi chirurgici sono vari e vanno da quelli poco demolitivi come il forage del semilunare a quelli più radicali come la resezione del semilunare, l'artrodesi dei quattro angoli o la resezione della prima filiera del carpo [5-7].

MATERIALI E METODI

Presso la nostra clinica, a partire dal 2010, abbiamo iniziato a trattare il morbo di Kienböck con innesto di sostituto osseo e plasma ricco in piastrine (PRP). Le proprietà del PRP sono a tutt'oggi oggetto di attenzione e studio nella comunità scientifica e abbiamo voluto testarne l'applicabilità in questa patologia.

Abbiamo trattato 7 casi con età media di 31 anni (minimo 21, massimo 45). Tutti avevano dolore in regione dorsale del carpo da almeno un anno ed avevano eseguito terapia medica e fisica senza alcun beneficio. Cinque di questi pazienti erano nello stadio 2 e due in quello 3A della classificazione di Lichtman.

Come sostituto osseo abbiamo utilizzato o il Vitoss (Stryker, Mahwah, New Jersey, USA) o lo scaffold osteoconduttivo del'Integra (Plainsboro, New Jersey, USA).

Il PRP preso è stato ottenuto centrifugando 10 cc di sangue del paziente utilizzando il dispositivo della Regen Lab (Losanna, Svizzera).

In tutti i casi è stato utilizzato un accesso dorsale al semilunare col paziente in anestesia plessica e dopo applicazione di tourniquet. Il semilunare è apparso sclerotico in tutti i casi trattati e cavitato in 3 di essi.

Si è proceduto, quindi, a svuotamento dell'osso con fresa motorizzata (Fig. 1). Si è rimossa la fascia ischemizzante e si è riempita la cavità ottenuta con l'innesto osseo misto al PRP ottenuto precedentemente per centrifugazione di prelievo autologo dei pazienti (Fig. 2).

Eseguita la sutura si è applicato un guanto gessato. Si è eseguito Rx post-operatorio.

I pazienti sono stati dimessi il giorno successivo all'intervento, dopo rilevazione del livello di dolore mediante scala VAS e con indicazione di muovere attivamente e passivamente le dita e di tornare a controllo ambulatoriale dopo 40 giorni.

Al successivo controllo, è stato rimosso l'apparecchio gessato e si è eseguito controllo radiografico. I pazienti sono stati sottoposti ai questionari DASH e Mayo Clinic oltre alla rilevazione di dolore residuo mediante scala VAS.

RISULTATI

I pazienti sono stati rivisti e rivalutati tutti dopo un ulteriore mese, dopo 3 mesi e dopo 6 mesi (Fig. 3). Cinque di loro sono stati rivisti ad un anno. Il follow-up più lungo è attualmente di oltre 3 anni.

I risultati del nostro trattamento sono stati valutati

utilizzando i già citati: scala VAS per il dolore, questionario DASH e Mayo wrist score per la funzionalità.

Il dolore post-operatorio è stato basso nella maggior parte dei pazienti con una VAS media di 2 e assente a 3 mesi in tutti i pazienti.

La funzionalità del polso e della mano è stata valutata prendendo in considerazione i punteggi ottenuti ai questionari DASH, che mostravano una media di 35.8 punti su 100 dopo un mese dall'intervento e 12.5 dopo 6 mesi dall'intervento. Il Mayo wrist score era in media di 62.5 punti su 100 dopo un mese dall'intervento e di 71.3 su 100 dopo 6 mesi.

I risultati sono stati ottimi in un caso, buoni in 5 e discreti in uno: si trattava di un paziente affetto da Morbo di Kienböck in stadio 3A della classificazione di Lichtman.

DISCUSSIONE

Molte sono le strategie chirurgiche che possono essere attuate nei casi più avanzati di malattia di Kienböck.

Lo stesso non può dirsi per gli stadi iniziali della patologia, in cui, laddove le terapie conservative falliscono, è necessario trovare un'alternativa che sia il



Figura 1. Il semilunare viene svuotato con l'utilizzo di fresa motorizzata.



Figura 2. Si riempie cavità con allograft + PRP.

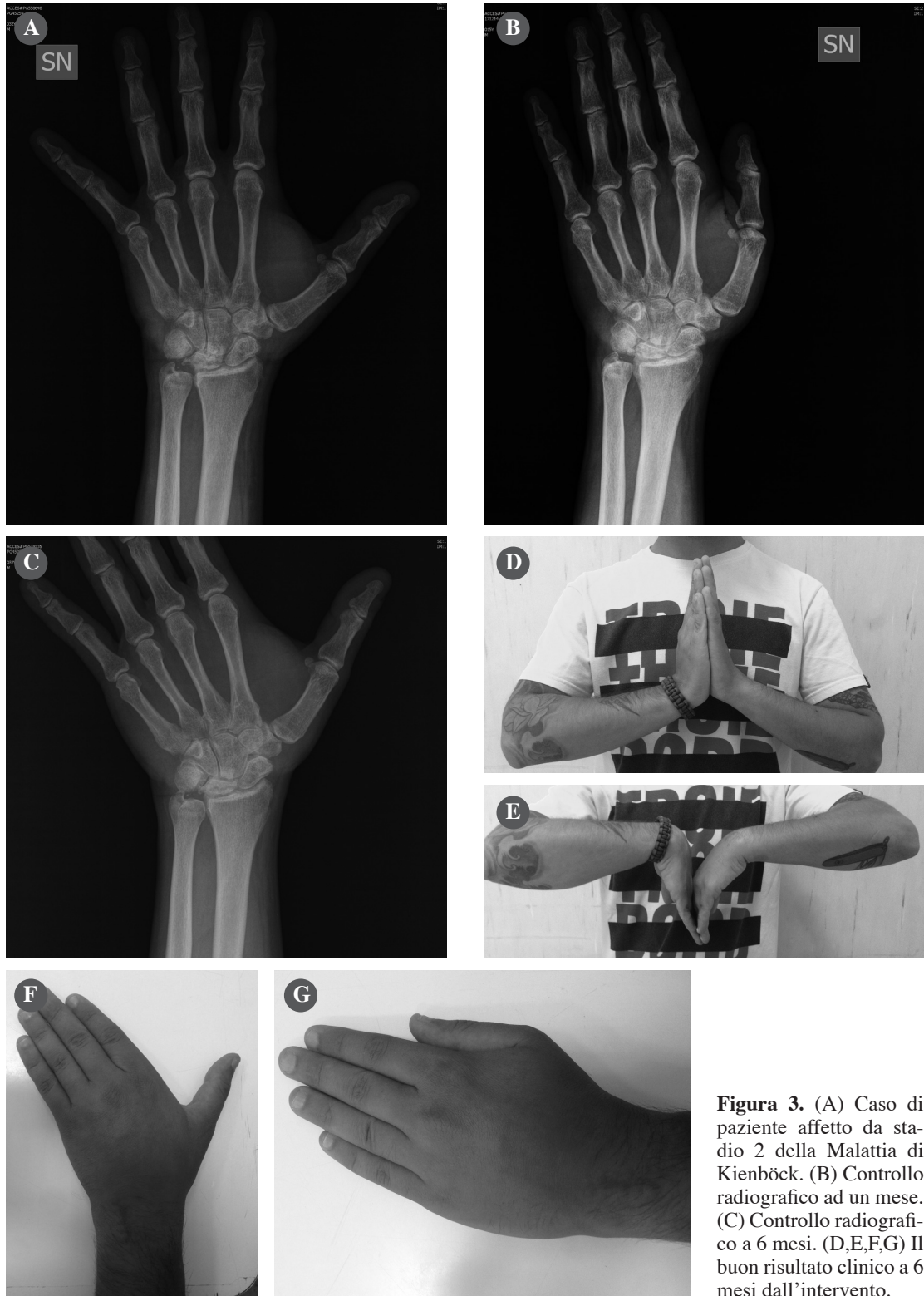


Figura 3. (A) Caso di paziente affetto da stadio 2 della Malattia di Kienböck. (B) Controllo radiografico ad un mese. (C) Controllo radiografico a 6 mesi. (D,E,F,G) Il buon risultato clinico a 6 mesi dall'intervento.

meno possibile demolitiva e assicuri dei buoni risultati in termini di sollievo dal dolore, aumento della forza e in generale miglioramento della funzionalità della mano.

La nostra proposta di trattamento cavalca i buoni risultati che la combinazione PRP più scaffold ha dimostrato in altre patologie [8] come la pseudoartrosi di scafoide, che seppur profondamente diversa come eziologia, ne condivide in un certo senso la patogenesi in quanto ha alla base un'insufficiente vascolarizzazione dell'osso [9].

CONCLUSIONI

In conclusione, la nostra seppur limitata esperienza nel trattamento del morbo di Kienböck con sostituto osseo e PRP ci porta a ritenerlo utile nella patologia in stadio 2 di Lichtman.

Nei casi trattati, solo uno ha dato risultati discreti e risultava essere nello stadio 3A della malattia.

Questo ci porta a pensare che un intervento chirurgico poco demolitivo come quello che abbiamo proposto possa essere utile in tutti quei casi in cui non si osservino ancora modificazioni radiografiche sostanziali ma in cui il dolore e la limitazione funzionale dei pazienti impongano una scelta terapeutica che chiaramente non può essere radicale ma che comunque debba permettere un miglioramento funzionale della mano e soprattutto il sollievo dal dolore.

Possiamo altresì asserire che il PRP non debba essere utilizzato da solo ma necessiti di uno scaffold osteoconduttivo costituito da allograft spugnoso.

La casistica è limitata, in virtù della rarità della patologia stessa e della scelta di stadi precoci della patologia che spesso, quando riconosciuta, è già in stadi più avanzati.

Una maggiore casistica e un più lungo follow-up potrà dare valore a quanto fin qui sperimentato.

Tutti gli autori dichiarano di non avere conflitto d'interessi nella pubblicazione del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

1. Wagner JP, Chung KC. A historical report on Robert Kienböck and Kienböck's disease. *J Hand Surg Am* 2005; 30(6): 1117-1121.
2. Lichtman DM, Degnan GG. Staging and its use in the determination of treatment modalities for Kienböck's disease. *Hand Clin* 1993; 9: 409-416.
3. Williams CS, Gelberman RH. Vascularity of the lunate: anatomy studies and implication for the development of osteonecrosis. *Hand Clin* 1993; 9: 391-398.
4. Garcia-Elias M, Vidal AM. Kienböck's disease. *Curr Orthop* 1997; 11: 28-35.
5. Begley BW, Engber WB. Proximal row carpectomy in advanced Kienböck's disease. *J Hand Surg* 1994; 19: 1016-1018.
6. Van den Dungen S, Dury M, Foucher G, Marin Braun F, Loréa P. Conservative treatment versus scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis for Kienböck's disease. A retrospective study. *Chir Main* 2006; 25: 141-45.
7. Lumsden BC, Stone A, Engber WD. Treatment of advanced-stage Kienböck's disease with proximal row carpectomy: an average 15-years follow-up. *J Hand Surg* 2008; 33A: 493-502.
8. Civinini R, Nistri L, Martini C *et al.* Growth factors in the treatment of early osteoarthritis. *Clin Cases Miner Bone Metab* 2013; 10(1): 26-9.
9. D'Arienzo M, Sanfilippo A, Ferruzza M. Il trattamento chirurgico con vite cannulata e PRP nella pseudoartrosi dello scafoide carpale. *Archivio di Ortopedia e Reumatologia* 2013; 124(1-3): 29-30.

IL TRATTAMENTO CON SISTEMI CAPACITIVI DI ULTIMA GENERAZIONE NELLE FRATTURE E PSEUDOARTROSI DEL POLSO E DELLA MANO.

NUOVA METODICA DI APPLICAZIONE CON TUTORE STATICO-MODULARE

Pier Paolo Borelli

1a Divisione Ortopedia e Traumatologia, Spedali Civili di Brescia

Referente

Dr. Pier Paolo Borelli - Cellulare +39 3332495350 - E-mail: pborelli@tin.it

INTRODUZIONE

È noto che fratture comminute con ampie lesioni dei tessuti molli, fratture di ossa carpali come lo scafoide o il semilunare richiedono lunghi tempi di guarigione. Classicamente la stimolazione dell'osteogenesi riparativa con mezzi fisici è in uso clinico da numerosi anni per risolvere patologie a lungo decorso ed è usata in fasi ormai stabilizzate di un ritardato processo di consolidazione o nella franca pseudoartrosi. Tuttavia la contemporanea applicazione di un sistema capacitivo e di un tutore convertito in un sistema statico-dinamico di riabilitazione permette un trattamento completo già in una fase precoce, aprendo la possibilità di estenderne l'uso anche a quella parte di fratture a rischio (25% sul totale), la cui consolidazione può quindi avvenire in tempi brevi e con costi assolutamente contenuti.

Scopo del lavoro è testare l'efficacia del trattamento combinato (sistema capacitivo + tutore) nel ridurre i tempi di consolidazione in questo particolare tipo di fratture.

MATERIALE E METODI

Abbiamo applicato uno stimolatore capacitivo Osteobit (IGEA) che eroga una densità di corrente elettrica di 15-30 mA/cm² con elettrodi a contatto con la cute. Abbiamo trattato 130 pazienti: 41 fratture recenti, 74 ritardi di consolidazione, 14 pseudoartrosi, 1 necrosi avascolare del semilunare. I segmenti coinvolti sono stati 55 scafoidi, 3 uncini dell'uncinato, 2 semilunari, 34 falangi, 29 polsi, 7 diafisi di radio-ulna. Il tempo

medio di applicazione dello stimolatore è stato di 40 giorni, da un minimo di 16 gg ad un massimo di 120 gg. Per l'applicazione dello stimolatore abbiamo utilizzato il tutore statico-dinamico di Borelli.

RISULTATI

La consolidazione è avvenuta in tempi relativamente più rapidi rispetto al normale decorso previsto per le patologie trattate, ed in particolare nelle fratture e pseudoartrosi dello scafoide carpale. La terapia è stata sempre ben tollerata dai pazienti ed è risultata perfettamente compatibile con le attività quotidiane.

DISCUSSIONE

Nelle fratture della mano e del polso è cruciale ottenere la mobilizzazione delle articolazioni in tempi brevi per evitare complicanze quali rigidità e algodistrofie. L'utilizzo combinato di uno stimolatore capacitivo con un tutore permette di accelerare i tempi di guarigione e limitare i danni legati alla immobilizzazione prolungata.

CONCLUSIONI

L'utilizzo combinato di un sistema capacitivo e di un tutore statico modulare può essere considerato come un trattamento alternativo in: fratture composte e stabili quando il trattamento chirurgico viene rifiutato dal paziente; ritardi di consolidazione; come metodo aggiuntivo al trattamento chirurgico in caso di pseudoartrosi difficili che richiedono innesto osseo vascolarizzato o non vascolarizzato.

LA RIGENERAZIONE NERVOSA MEDIANTE I NANOTUBI DI CARBONIO

(RICERCA SPERIMENTALE PRELIMINARE *IN VITRO*)

Messina Antonino*, Raimondo Stefania**, Mangione Alfonso***, Basiricò Lucia***, Geuna Stefano**, Messina Jane Christiane*****

* Chirurgia della Mano e dei Nervi Periferici, Azienda Ospedaliera San Luigi di Orbassano (Torino)

** Dipartimento di Scienze Cliniche e Biologiche, Università di Torino, Azienda Ospedaliera San Luigi di Orbassano (Torino)

*** Istituto di Tecnologie Avanzate (ITA) di Trapani

**** Istituto Ortopedico G. Pini, Milano

Referente

Messina Antonino - Primario fuori ruolo e Fondatore del Centro di Chirurgia della Mano del C.T.O. di Torino
Tel. 0119587263 - E-mail: messinaaf@gmail.com

CARBON NANOTUBES AND NEURAL REGENERATION (A PRELIMINARY *IN VITRO* RESEARCH)

SINTESI

Introduzione. Lo scopo del nostro studio è di proporre nuove vie sulle interazioni dirette e specifiche fra i nanotubi di carbonio (CNTs) e l'attività elettrochimica dei neuroni e delle cellule gliali, allo scopo di migliorare la nostra conoscenza clinica e la ricerca di base sulla rigenerazione nervosa. Dal 2010 le nostre ricerche *in vitro* sull'utilizzazione dei CNTs, sono state indirizzate sul sistema nervoso periferico per studiare e controllare la biocompatibilità e la rigenerazione cellulare.

Materiali e metodi. Questa ricerca ha utilizzato n. 7 pattern (lamine di quarzo nanostrutturate), ognuna delle quali conteneva n. 14 spot di nanotubi di carbonio, regolarmente distanziati, di cui: n. 7 spot di forma circolare e n. 7 di forma geometrica diversa, tutti allineati verticalmente. Ogni spot di CNTs è stato messo in contatto con gruppi di neuroni e cellule gliali NOBEC, estratti da cellule primarie dissociate dal bulbo olfattivo neonatale del ratto. In totale n. 49 spot in forma geometrica circolare e n. 49 in forma geometrica diversa. Globalmente sono stati studiati n. 98 spot. Esclusione: 14 spot furono esclusi per difetti tecnici di vario tipo: in totale lo studio comprende n. 84 spot di CNTs.

Risultati. La morfologia delle cellule NOBEC e i nanotubi di carbonio furono esaminati con lo Scanning Electron Microscope (SEM). Negli esami al SEM non furono osservati segni di cellule morte; esse invece aderivano con numerosi lamellopodii, in modo uniforme, al supporto di quarzo e crescevano perfino sui nanotubi di carbonio. Le cellule neuronali e gliali affrontate agli spot di CNTs mostravano assenza di citotossicità; presenza di interazione cellulare e molecolare; intensificata proliferazione cellulare; rigenerazione assonale e dendritica; stimolazione elettrochimica e un'attrazione positiva e vivace verso l'insieme dei nanotubi di carbonio. Abbiamo anche osservato forte attività dissociativa delle cellule neuronali e gliali, capaci di provocare lo sconvolgimento dell'intero spot di nanotubi, aprendolo a libro o sconvolgendo il suo assetto verticale.

Conclusione. La nostra ricerca *in vitro* ha esplorato la possibilità di interazione a livello molecolare fra il sistema vivente e i nanomateriali per accertare l'abilità dei nanotubi di carbonio di stimolare le interazioni cellulari e molecolari sull'attività rigenerativa delle cellule gliali e neuronali. La valutazione dei risultati della nostra ricerca *in vitro* ha dimostrato che le cellule gliali e neuronali sono realmente eccitate e attivate. Gli organi cellulari e nucleari come i mitocondri e il reticolo endoplasmatico vengono riorganizzati nell'area citoplasmatica insieme a numerose mitosi cellulari; significativa l'attività rigenerativa cellulare e lo sviluppo di filipodi e lamellopodii come avviene a livello dei nuovi *sprout* assonali.

Parole chiave: riparazione nervosa; cellule di Schwann; biocompatibilità; rigenerazione nervosa; degenerazione Walleriana; nanotubi di carbonio

SUMMARY

Introduction. The purpose of our study is to propose new insights into the direct and specific interactions between carbon nanotubes (CNTs) and neurons and glial cells electro-chemical activity, in order to improve our knowledge on basic and clinical regenerative nerve research.

From 2010 our *in vitro* researches on the application of CNTs was focused on peripheral nervous system to study and control cells biocompatibility and regeneration in order to program a suitable axon extension after a peripheral nerve injury which produces a degenerative cellular and molecular disaggregation at the lesion site.

Materials and methods. On each of n. 7 quartz substrates samples, n. 14 carbon nanotubes spots have been prepared, grown on: n. 7 spots displayed in circular geometry and n. 7 on the base of different designed patterns and all vertically aligned. Each CNTs spot was matched directly with groups of neuron and glial cells NOBEC derived from primary cells dissociated from neonatal rat olfactory bulb. In total n. 49 spots in circular geometry and n. 49 in different designed patterns. Globally n. 98 spots were tested, 14 of which were excluded for technical defects. The study includes globally n. 84 spots of CNTs.

Results. Light and electron microscopy observations showed normal proliferation rate of NOBEC cells and did not show any sign of cell death at any time. Scanning electron microscope observations showed that cells grew on CNTs and displayed numerous lamellopodes with signs of focal adhesion close to the CNT surface. From *in vitro* experiments we also observed that glial and neuronal cells matched with CNTs showed some significant and intriguing behavior as: absence of cytotoxicity; cellular and molecular interaction with enhanced cellular proliferation; cellular axonal and dendritic regeneration; electrical stimulation and cells attraction towards CNTs assemblage. Additionally we observed the dissociative ability of glial and neuronal cells when matched and excited to upset the carbon nanotubes arrays.

Conclusion. Our study investigated the interactions between living systems and nanomaterials at molecular level to check the ability of CNTs to enhance cellular and molecular interactions on glial and neuronal performance. The assessment of positive results in our *in vitro* research showed that glial and neuronal cells were really excited and activated. Cellular and nuclear organs as mitochondria and endoplasmatic reticulum were reorganized in the cytoplasmatic area, together with numerous cellular mythosis and significant activity and development of filipodia and lamellopodia structures as it happens at the new axons sprouts.

Keywords: nerve repair, schwann cells, CNTs biocompatibility, neurite outgrowth, nerve-regeneration wallerian degeneration, carbon nanotube

INTRODUZIONE

Lo scopo del nostro studio è di proporre nuove vie di conoscenza sulle interazioni dirette e specifiche fra i nanotubi di carbonio (CNTs) e l'attività elettrochimica dei neuroni e delle cellule gliali, allo scopo di migliorare la nostra conoscenza sulla ricerca clinica e di base sulla rigenerazione nervosa e sull'ingegneria tissutale. Recentemente nel campo della neuroscienza l'applicazione dei CNTs a un singolo strato (SWCNTs) o a multipli strati (MWCNTs) ha cambiato l'approccio alla ricerca nel campo del sistema nervoso. Negli ultimi anni vi è stato un grande interesse nell'uso dei nanomateriali come i nanotubi (d'oro, di carbonio etc. applicati nel campo biologico e farmacologico a livello cellulare e molecolare), le nanofibre (seta), i liposomi, le nanoparticelle, le mi-

celle polimeriche, i nanogel, e i dendrimeri. I CNTs hanno una struttura semplice e inerte, a forma cilindrica, di diverse lunghezze, composti da uno o multipli strati di grafene arrotolati a formare un cilindro vuoto (Fig. 1,2). Essi costituiscono uno strumento resistente e flessibile che, grazie alle sue proprietà elettrochimiche e per mezzo dell'alta conducibilità, è in grado di creare un'interfaccia con diverse molecole organiche. Considerando il loro diametro simile agli assoni e ai dendriti, i CNTs possono essere anche utilizzati nel campo della neuroscienza e nella ricerca di base medica, in generale. L'interazione fra i CNTs e le cellule animali è stata largamente studiata e la loro biocompatibilità fu ampiamente accertata utilizzando i CNTs come substrato per l'accrescimento neuronale [1-3]. D'altro canto, Snyder-

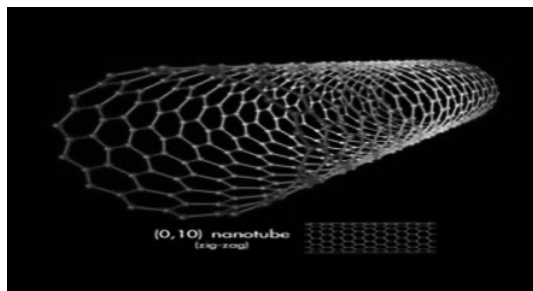


Figura 1. Nanotubo di carbonio (CNT) formato da un singolo strato di esagoni; ha una struttura molecolare inerte e presenta elevata conducibilità.

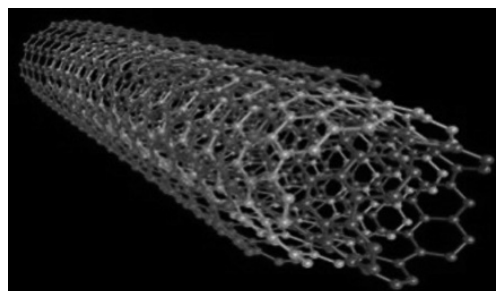


Figura 2. Nanotubo di carbonio multistrato; questi strati vengono fatti crescere avvolti, a formare un tubo (per le caratteristiche, vedi testo): esso presenta notevole elasticità, e resistenza; le sue proprietà elettrochimiche gli conferiscono la possibilità di costituire specifiche interazioni con le strutture biologiche e le cellule nervose.

Talkington *et al.* [4] nell'utilizzazione dei CNTs nei sistemi biologici (esperimenti *in vitro* e *in vivo*) hanno evidenziato la potenzialità del rischio salute (risposta infiammatoria) attraverso l'inalazione, il contatto cutaneo, l'assorbimento gastro-intestinale e la contaminazione ambientale. Per poter controllare il rischio salute e valutare l'ipotesi della possibilità ossidativa e citotossica da parte dei CNTs, per l'uomo, Yuan *et al.* [5], dopo studio approfondito, poterono assicurare con certezza l'assenza di tossicità e l'innocuità dei processi di produzione dei CNTs, se vengono osservati particolari e rigide precauzioni durante i processi di produzione industriale o le manipolazioni sperimentali. Oggi, nel campo della neuroscienza, le potenzialità chimico-fisiche dei CNTs possono rilanciare le strategie rigenerative attraverso la loro capacità intrinseca di guidare, a livello della nano-dimensione, le interazioni specifiche fra i materiali sintetici e le membrane biologiche cellulari [6]. Inoltre nel 2011 le ricerche di Xiang e Wang [7] accertarono che i CNTs mediante la loro conducibilità elettrica producevano un'aumentata proliferazione e migrazione delle cellule di Schwann. Al momento però, le vie per le quali i CNTs stimolano la funzione cellulare, l'accrescimento e la rigenerazione assonale sono ancora poco conosciute.

Dal 2010 le nostre ricerche *in vitro* sull'utilizzazione dei CNTs sono state indirizzate per studiare e controllare, nel sistema nervoso periferico, la biocompatibilità e la rigenerazione cellulare. Ciò al fine di poter programmare una favorevole ricrescita assonale dopo una lesione nervosa che ineluttabilmente provoca una disaggregazione degenerativa cellulare

e molecolare a livello dell'area di lesione. Riportiamo qui la nostra esperienza e i risultati ottenuti applicando la tecnologia dei nanotubi di carbonio nel campo della neuroscienza e in particolare, della ricerca sull'attività rigenerativa delle cellule nervose.

MATERIALI E METODI

PRODUZIONE E CRESCITA DEI NANOTUBI DI CARBONIO

Sono stati preparati una serie di pattern costituiti da nanotubi di carbonio (CNTs) cresciuti su substrati di quarzo (2 cm x 2 cm di superficie) secondo diverse figure geometriche precostituite. Sono stati utilizzati CNTs del tipo *multiwalled* (MWNTs), composti di 10 pareti, allineati verticalmente rispetto alla superficie del substrato, con lunghezze comprese tra 100 e 200 micron, e diametri esterni compresi tra 10 e 20 nm. I campioni sono stati preparati usando la tecnica della *Low Pressure Chemical Vapor Deposition* (LPCVD), in un tubo-fornace di quarzo (diametro 2 inch) usando etilene come gas a 530 sccm e pressione 200 torr e temperatura di 650°C; poi i substrati di quarzo [superficie di 20 mm x 20 mm] furono ricoperti da un film di Fe [5 nm], usato come catalizzatore, secondo pattern prestabiliti. Questa ricerca comprende lo studio di n. 7 pattern (lamine di quarzo nanostrutturate), ognuno dei quali conteneva n. 14 spot, regolarmente distanziati di CNTs – 7 spot di forma circolare (Fig. 3) e 7 di forma geometrica diversa (Fig. 4) – tutti allineati verticalmente. Ogni spot di CNTs è stato messo in contatto con gruppi di neuroni e cellule gliali, in totale n. 49 spot di forma geometrica circolare e n. 49 di forma geometrica di-

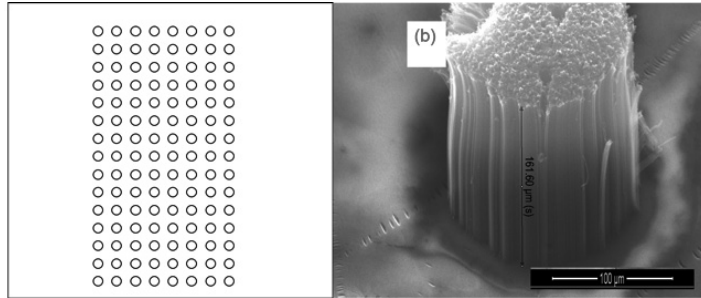


Figura 3. I nanotubi di carbonio (CNTs) vengono fatti crescere mediante processi elettrochimici su strutture nanostrutturate di quarzo in forma circolare per la sperimentazione *in vitro*.

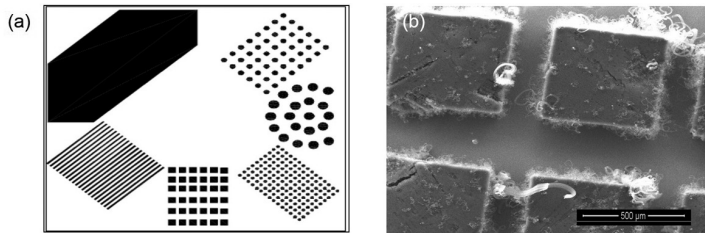


Figura 4. La preparazione dei pattern può avvenire anche con diverse geometrie; nella nostra sperimentazione gli spot sono stati messi a contatto con gruppi di neuroni e di cellule gliali coltivate in laboratorio.

versa. Globalmente sono stati studiati n. 98 spot di cui n. 14 esclusi per difetti tecnici (deficit nutrizione cellulare; alterazione della lamina nanostrutturata di quarzo etc.). In totale lo studio comprende n. 84 spot di CNTs. I campioni sono stati preventivamente puliti in acetone e la campionatura rivestita mediante microfabbricazione fotolitografica con un film di ferro catalitico spesso 5 nm, depositato per mezzo di un sistema *sputtering*.

CULTURA CELLULARE

La linea di crescita cellulare NOBEC fu estratta da cellule primarie prelevate dal bulbo olfattivo neonatale del ratto e immortalizzato da una trasduzione retrovirale di SV40 large T antigene [8]. Le cellule NOBEC sono state posizionate per tre giorni intorno agli spot di nanotubi di carbonio cresciuti su lamine di quarzo nanostrutturate a 37°C in atmosfera umida di 5% di CO₂, in mezzo di coltura di Dulbecco modificato (DMEM) integrato con 100 unità/ml di penicillina, 0.1 mg/ml di streptomina, 1 mM di piruvato di sodio, 2 mM L-glutammina, e 10% di siero fetale bovino inattivato al calore (FBS). I campioni furono incubati con anticorpi primari contro Ki-67 (monoclonal, mouse, 1:100, NovoCastr, S. Louis) che specificatamente riconoscono le cellule proliferate. Dopo l'incubazione primaria con anticorpi, i pattern furono lavati tre volte in PBS e incubati per 1 ora in una soluzione contenente un anticorpo secon-

dario (ALEXA 488 a-mouse) mescolato con fluorofores e selezionato per riconoscere il primo anticorpo. Dopo tre lavaggi in PBS, i campioni furono finalmente montati con un Daco fluorescente contenente medium e posizionati a 4°C prima di essere analizzati con un LSM 510 *confocal laser microscopy system* (Zeiss, Jena, Germany).

MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE (SEM)

L'esame al SEM fu realizzato dopo fissazione con glutaraldeide al 2.5%, lavaggio in PBS e deidratazione in etanolo (da 50% al 100%). La morfologia cellulare e i nanotubi di carbonio furono esaminati con lo Scanning Electron Microscope (SEM, Philips, ESEM XL 30) e un microscopio a trasmissione elettronica (TEM, JEOL, Jem 2100 LaB6) (Fig. 5).

RISULTATI

L'analisi *in vitro* fu eseguita coltivando cellule gliali NOBEC su lamine di quarzo dove i CNTs furono cresciuti in spot regolarmente distanziati. La vitalità delle cellule NOBEC fu mantenuta per tutto il periodo di osservazione (3 giorni) e la media normale del tempo di proliferazione delle cellule NOBEC: nessun segno di morte delle cellule fu osservato. L'esame al SEM ha mostrato che le cellule aderivano in modo uniforme al supporto di quarzo e crescevano perfino sui nanotubi di carbonio (Fig. 5). Le cellule cresciute sui CNTs assumevano una forma arro-

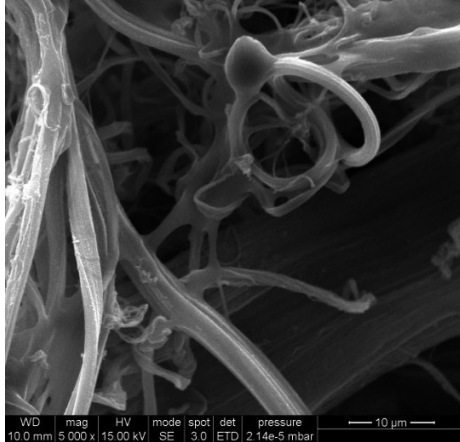


Figura 5. Le cellule gliali si raggruppano e aderiscono in modo uniforme ai CNTs e al supporto di quarzo; rimangono quindi vive ed eccitate (assenza di citotossicità), emettendo filipodi e dendriti.

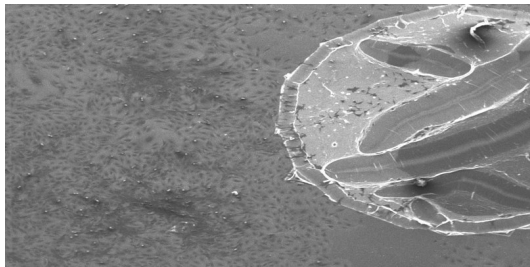


Figura 7. A causa della stimolazione elettro-chimica, le cellule sono attratte verso gli spot di CNTs, li attraversano e addirittura li sconvolgono piegandoli completamente a libro aperto.

tondata o schiacciata. Le cellule gliali mostravano numerosi filipodi e lamellopodii con segni di aderenza focale adiacente alla superficie del nanotubo di carbonio (Fig. 6). Inoltre abbiamo osservato che le cellule neuronali e gliali in contatto con gli spot dei CNTs mostravano alcune caratteristiche intriganti e significative come: l'assenza di citotossicità; la presenza di una interazione cellulare e molecolare; una intensificata proliferazione cellulare; la rigenerazione assonale e dendritica; la presenza di una stimolazione elettrica o chimica e un'attrazione positiva e vivace verso l'insieme dei nanotubi di carbonio. Infine, abbiamo osservato la forte capacità dissociativa delle cellule neuronali e gliali, che quando eccitate,

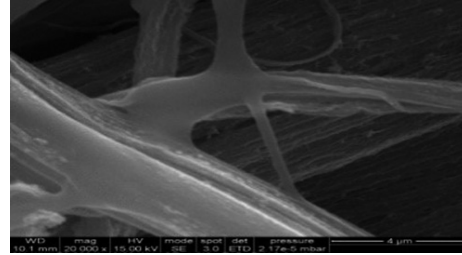


Figura 6. Le cellule gliali sviluppano anche lamellopodii dovuti all'attività di interazione dei CNTs con le strutture molecolari e le cellule nervose.

sono capaci di provocare lo sconvolgimento dell'intero spot di nanotubi, aprendoli a libro o sconvolgendolo il loro assetto verticale (Fig. 7).

DISCUSSIONE

La nostra ricerca ha evidenziato la possibilità di interazione a livello molecolare fra il sistema vivente e i nanomateriali. Si è accertata l'abilità dei nanotubi di carbonio di stimolare le interazioni cellulari e molecolari provocando un'attività rigenerativa delle cellule gliali e neuronali. A livello della lesione nervosa, esse potrebbero giocare un ruolo importante in vista di una riparazione biologica sia della cellula che della membrana dell'assone danneggiato, al fine di ottenere con i CNTs un'immediata ricongiunzione dell'assone con i suoi organi sensitivo-motori distali alla lesione. Abbiamo cercato di utilizzare le proprietà chimico-fisiche dei CNTs come la forza (vedi la trazione o la spinta cellulare; Fig. 8), la flessibilità (vedi le palizzate verticali degli spot dei CNTs spaccate e piegate ad angolo retto; Fig. 7) e conducibilità elettrica (vedi la stimolazione delle cellule neuronali; Fig. 9) per sostenere e promuovere l'attività elettrica delle cellule gliali e neuronali. Questa specifica interazione bio-molecolare serve a promuovere l'adesione cellulare, dovuta alla presenza di nuove recettività e nuove molecole delle cellule aderenziali (importanti per per l'accrescimento assonale e la loro guida. Inoltre serve a promuovere la migrazione cellulare (per probabile presenza di *microspikes* o una densa rete di actina; Fig.10), la proliferazione (presenza di numerose cariocinesi nucleari; Fig. 8), ma serve anche a riprodurre la funzione di conduzione della mielina neurale, intensificando l'accrescimento cellulare dei dendriti e degli assoni (Fig. 11). È questo comportamento, conseguente all'alta proprietà elettro-fisiologica dei CNTs che riesce a

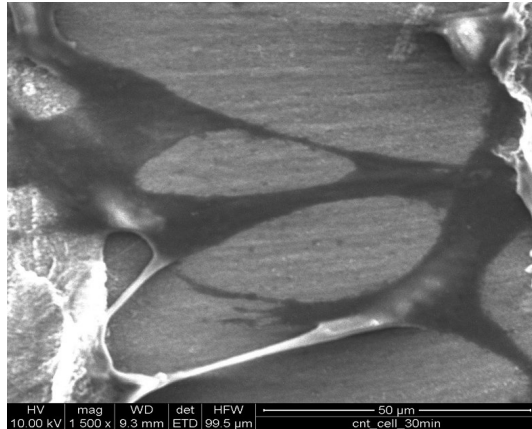


Figura 8. Esiste anche una notevole trazione cellulare con numerose mitosi nucleari e riorganizzazione citoplasmatica dei corpuscoli.

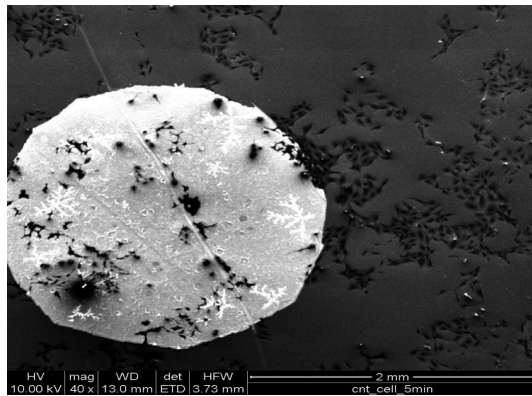


Figura 10. L'interazione cellulare e molecolare provoca l'accrescimento dell'assone e l'attività rigenerativa cellulare. Questa può essere paragonata alla formazione dei coni del moncone prossimale di un tronco nervoso sezionato, dopo tre settimane dalla lesione.

Le cellule neuronali eccitate si inoltrano negli spot dei CNTs sconvolgendoli con i loro dendriti e l'assone rigenerato. La conducibilità dei CNTs determina proliferazione delle cellule di Schwann e la loro migrazione, ma il vero meccanismo d'azione è ancora poco conosciuto.

promuovere l'interazione cellulare e molecolare? O questa funzione è piuttosto dovuta all'azione chimica sull'assone attraverso la polarizzazione e depolarizzazione della membrana da parte degli ioni Ca^{++} , necessaria per lo stimolo e l'accrescimento degli assoni?

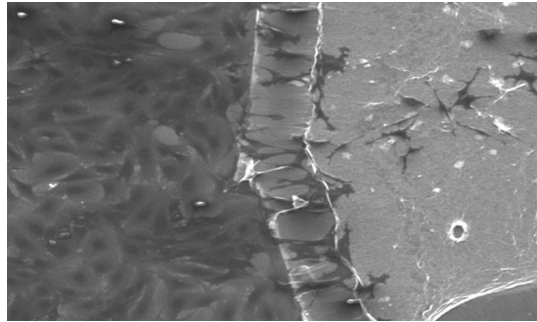


Figura 9. L'attività elettrica dei CNTs promuove la migrazione cellulare e la loro proliferazione; la loro attività dura nel tempo.

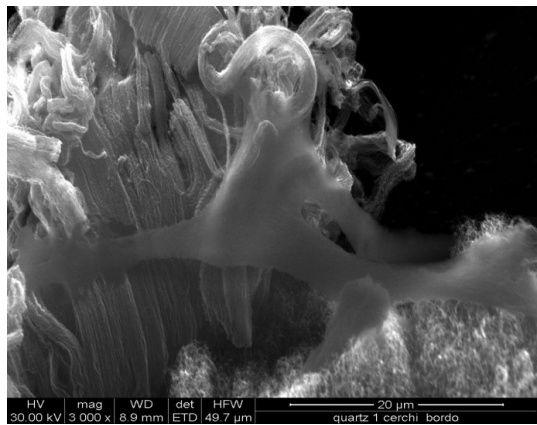


Figura 11. Le cellule neuronali eccitate si inoltrano negli Spots dei CNTs sconvolgendoli con i loro dendriti e l'assone rigenerato.

In conclusione la bio-compatibilità dei CNTs è molto importante per la ricerca in vitro, come pure per le future applicazioni cliniche, ma le vie per le quali i nanotubi di carbonio determinano e stimolano la funzione cellulare sono ancora poco conosciute. La valutazione dei risultati positivi nella nostra ricerca in vitro ha dimostrato che le cellule gliali e neuronali sono realmente eccitate e attivate. Gli organi cellulari e nucleari come i mitocondri e il reticolo endoplasmatico vengono riorganizzati nell'area citoplasmatica. Con essi vengono ad essere evidenziati numerose mitosi cellulari accompagnate da significative attività cellulari con sviluppo di filopodi e lamellobodi a livello degli *sprout* assonali (Fig. 12). Questo cambiamento morfologico è significativo di tutte le condizioni rigenerative nelle quali si vedono apparire nel moncone prossimale i coni dopo tre settimane da una lesione di un nervo periferico.

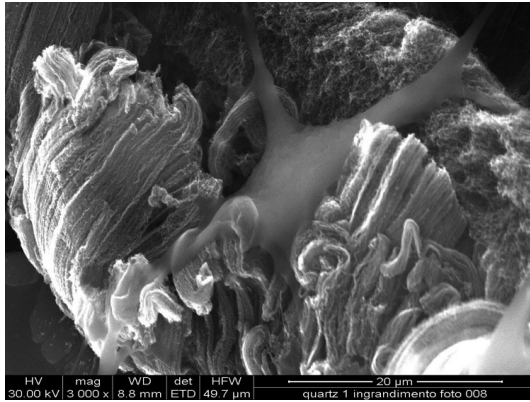


Figura 12. La conducibilità dei CNTs determina proliferazione delle cellule di Schwann e la loro migrazione, ma il vero meccanismo d'azione è ancora poco conosciuto.

L'accertata bio-compatibilità, anche confermata da Gladwin *et al.* [9] e le evidenti capacità dello stimolo rigenerativo assonale, ci autorizzano a continuare ad applicare questa metodologia anche nella sperimentazione *in vivo* per ricercare l'accresciuta attività rigenerativa del neurone, essenziale per la riparazione futura del nervo periferico, l'incremento dello sviluppo dell'ingegneria tissutale e la prospettiva di riparazione bio-fisica futura delle lesioni dei nervi periferici.

BIBLIOGRAFIA

1. Mattson MP, Haddon RC, Rao M. Molecular functionalization of carbon nanotubes and use as substrates for neuronal growth. *J Mol Neurosci* 2000; 14: 175-182.
2. Shim M, Kam NWS, Chen RJ *et al.* Functionalization of carbon nanotubes for biocompatibility and biomolecular recognition. *Nano Lett* 2002; 2: 285-288.
3. Matsumoto K, Sato C, Naka Y *et al.* Neurite outgrowths of neurons with neurotrophin-coated carbon nanotubes. *J Biosci Bioeng* 2007; 103(3): 216-220.
4. Snyder-Talkington BN, Qian Y, Castranova V, Guo NL. New perspectives for in vitro risk assessment of multiwalled carbon nanotubes: application of coculture and bioinformatics. *Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2012; 15(7): 468-92.
5. Yuan J, Gao H, Sui J, Duan H, Chen WN, Ching CB. Cytotoxicity evaluation of oxidized single-walled carbon nanotubes and graphene oxide on human hepatoma HepG2 cells: an I traq-coupled 2dlc-ms/ms proteome analysis. *Toxicol Sci* 2012; 126(1): 149-61.
6. Fabbro A, Cellot G, Prato M, Ballerini L. Interfacing neurons with carbon nanotubes: (re)engineering neuronal signaling. *Prog Brain Res* 2011; 52: 194-241.
7. Xiang N, Wang G. Research progress of neural tissue engineering based on electrically conductive carbon nanotube scaffold. *Chinese J Repair Surg* 2011; 25(11): 1389-92.
8. Goodman MN, Silver J, Jacobberger JW. Establishment and neurite outgrowth properties of neonatal and adult rat olfactory bulb glial cell lines. *Brain Res* 1993; 619: 1-2.
9. Gladwin KM, Whitby RL, Mikhalovsky SV, Tomlins P, Adu J. In vitro biocompatibility of multiwalled carbon nanotubes with sensory neurons. *Adv Healthc Mater* 2013; 2(5): 728-35.

LA MANO, IL CERVELLO, LA MENTE

Franco Mazzoleni

Clinica di Chirurgia Plastica, Azienda Ospedaliera-Università di Padova

Referente

Franco Mazzoleni - Clinica di Chirurgia Plastica, Azienda Ospedaliera-Università di Padova - Via N. Giustiniani, 2
35128 Padova - Tel. 0498212768 - E-mail: francesco.mazzoleni@unipd.it

THE HAND, THE BRAIN, THE MIND

SINTESI

La differenziazione del primo dito dalle altre dita delle estremità degli arti inferiori (ancora “piedi”) comincia milioni di anni fa, nel tardo Eocene, quando si affermò per alcuni animali la vita arborea. Compaiono le scimmie. I resti fossili della scimmia *Proconsul*, rinvenuti nel 1948 e datati circa 20 milioni di anni fa, lasciano presumere il possesso di una mano prensile. Nelle scimmie antropomorfe, molto più recenti, tuttora esistenti come lo scimpanzé, l’opposizione indice-dita lunghe è già avanzata e consente alla mano movimenti più complessi. Le piccole dimensioni del cranio e lo scarso sviluppo delle circonvoluzioni cerebrali inducono a ritenere che questi movimenti fossero automatici ed eseguiti senza consapevolezza. L’opposizione pollice-dita lunghe perciò sembra aver preceduto nella filogenesi le funzioni superiori del cervello ed essersi svolta all’insegna della selezione naturale. Con l’avvento della cronospecie di *Homo erectus*, datata attorno il milione e mezzo di anni fa, il balzo in avanti è molto grande: la capacità cranica diventa sensibilmente superiore e gli strumenti che produce sono molto più elaborati indicando progettualità ed efficienza esecutiva. Le mani cominciano ad ubbidire al cervello. Lo sviluppo della mente e della mano sembrano procedere da allora di pari passo, integrandosi reciprocamente, senza mostrare diacronie evolutive per ora percepibili.

Parole chiave: evolucionismo, ominazione, anatomia evolutiva

SUMMARY

The structural definition and evolution of the big toe begins millions of years ago during the late Eocene, when some animal species started to live on trees. Then the apes appeared. Fossils of the *Proconsul* ape, discovered in 1948 and dating back to 20 million years ago, already show signs of the presence of an opposable thumb. More recent anthropomorphic apes, like Chimpanzee, possess highly developed hand skills. The little dimensions of the skull and the brain suggest that these movements are merely automatic and unconscious. Therefore, the thumb opposition most likely preceded the fine brain development and was the direct product of natural selection. When *Homo erectus* appeared, a million and a half years ago, a great progress was achieved: the brain grew significantly bigger than before and more complex tools were developed, indicating greater capacities, both theoretical and practical. The hands started to accomplish cortical orders. From that point, the development of the brain and the hand followed the same path, complementing each other, without evident divergencies so far.

Keywords: evolutionism, homination, human evolutionary anatomy

ANTEPRIMA

Osservando una sera le mani di una celebre flautista (Fig. 1) durante l'esecuzione di una complessa sonata, potevo cogliere i diversi significati che il susseguirsi dei movimenti di quelle dita esprimeva scorrendo lungo la stretta fascia di buchi dello strumento, a momenti calmo, a momenti frenetico, in "poetica armonia" con il variare delle emozioni che l'autore voleva trasfondere nel pentagramma. Concentrando lo sguardo sulle sue mani ed immaginandomi, per finzione, di non udire alcun suono, scoprivo che quelle dita avevano un loro linguaggio, un linguaggio eloquente: il loro muoversi così variato lasciava nel mio occhio un fluire continuo, ininterrotto di immagini capace di tradursi in un vero e proprio racconto. Ma alla meraviglia suscitata dalle immagini, non potevo sottrarre la meraviglia dell'esperto di cose mediche: non potevo non essere colpito dalla diabolica bravura con la quale quelle dita, lunghe e sottili, riuscivano a trasformare in musica una vertiginosa cascata di comandi corticali sui quali, sicuramente, dovevano confluire, con pari potenza, sia ciò che chiamiamo mente (cioè la volontà), sia ciò che chiamiamo emozione. Come si era potuto arrivare a tanto?

Certo, l'esecuzione musicale rende palese i sorprendenti virtuosismi ai quali la mano può giungere. Ma riflettendo, ora, sul ruolo che le mani svolgono nella nostra vita quotidiana e sulla singolarità che ci conferiscono nei confronti degli altri esseri viventi, ci rendiamo conto che, a differenza degli altri segmenti corporei mobili, capaci di movimenti relativamente ripetitivi, esse appaiono costituire uno "strumento" onniproduttivo, una vera e propria "macchina polivalente", un complesso di elementi fissi e mobili, come dicono gli ingegneri, vincolati tra loro cine-



Figura 1. Le mani di Clementine Hoogendoorn Scimone, flautista.

maticamente, grazie ai quali è capace di produrre lavoro. A differenza della macchina, essa non agisce mai automaticamente: agisce in ogni momento al comando del cervello. L'attributo con il quale viene fin dall'antichità qualificato l'operare della mano del chirurgo: *cum manu sciente*, ci può indurre a ritenerla sì esecutrice, ma un'esecutrice indissolubilmente integrata da funzioni superiori, quasi un tutt'uno con i gironi più elevati della "sostanza grigia" sui quali è confluita una miriade di informazioni accumulate nel tempo con l'educazione, con lo studio e con l'esperienza.

Non v'è dubbio che la mano sia un organo che conferisce all'uomo una caratterizzazione singolare: con la mano costruisce alla stregua di una "macchina"; e grazie alla gamma infinita di "figure" che la mobilità dei suoi numerosi componenti può descrivere, rivela le sue emozioni, e nel sordomuto "parla", comunica. Riflettendo sul concetto marxista di "materialismo storico" secondo il quale l'errore che accomuna molte teorie della storia è di ritenere che l'attività umana muova dalle idee – è vero l'opposto, pensa il filosofo di Treviri, è la prassi che spiega la formazione delle idee – abbiamo valutato in quale misura la dottrina filosofica trovi delle contropartite di sostegno nella dottrina scientifica *sensu stricto*, in quale misura cioè l'attività manuale influenzi, precedendola, l'attività cerebrale. Siamo uomini perché abbiamo le mani, si dice.

Non volendo, beninteso, proporre ipotesi sui modi con i quali un essere vivente – cioè l'uomo – costruisce il proprio patrimonio di conoscenze, intendiamo mettere in luce alcuni eventi filogenetici che, a nostro avviso, messi insieme danno supporto all'opinione che le funzioni svolte dalla mano umana dall'inizio del Cenozoico (65 milioni di anni fa) ad oggi – che è come dire "il lavoro" da essa svolto in quel lungo periodo – sono progredite e si sono diversificate in una miriade di atti prima che l'"idea" di quegli atti lavorativi "esistesse" nella mente del loro autore e che quell'attività lavorativa abbia avuto il potere di "far nascere via via delle idee". Se non rigettiamo di principio le filosofie che sostengono l'esistenza di una coscienza sensitivo-dipendente, derivata dalle varie esperienze sensitive che assommandosi giorno dopo giorno la modificano e l'arricchiscono, e se accettiamo le affermazioni cui conduce l'empirismo inglese – da Hobbes a Locke, a Hume – secondo il quale la mente non ha nulla da pensare se prima le figurazioni recepite dai sensi non hanno dato origine a rappresentazioni sulle quali svolgere le sue ela-

borazioni, ci appare lecito ammettere che la mano, come distretto squisitamente operativo grazie alla sempre maggiore mobilità dei suoi segmenti, possa aver giocato un forte ruolo di stimolo nel passaggio dallo stato di scimmia allo stato di *Homo*.

La fase dell'ominazione e quella della cosiddetta evoluzione culturale sono caratterizzate dall'acquisizione del pensiero simbolico e del linguaggio, dalla stabilizzazione della postura eretta e dall'abilitazione definitiva della mano. Si sono svolte nell'arco 1.5-2 milioni di anni: hanno condotto all'uomo di oggi, le cui fattezze sono stabili, salvo piccole modifiche, già da 200.000-300.000 anni. Sono un terreno paludoso sul quale si è studiato e si studia molto. Imponente è la letteratura in merito e, dopo un breve cenno, sarà doveroso lasciare l'argomento in mano agli esperti. In questa nota noi ci limiteremo a raccontare una storia: il lento passaggio dallo stato di scimmia allo stato di uomo limitatamente alla mano, cercando di cogliere se vi siano delle diacronie tra sviluppo della mano e sviluppo del cervello e, nei limiti della nostra competenza, se vi siano delle diacronie tra linguaggio, pensiero simbolico, bipedismo da un lato ed opposizione pollice-dita lunghe dall'altro, nello sviluppo dell'uomo.

È una storia stupefacente che dà secondo noi un contributo di idee e che può in qualche misura interessare anche la filosofia: Engels ne resterà affascinato, come vedremo. È una storia complessa perché coinvolge il sapere di più discipline. L'evoluzione animale è il suo architrave, ma il suo percorso passa per il regno vegetale: la storia degli animali va di pari passo con quella delle piante. Ma neppure qui trova

il suo confine. Non si può comprendere l'evolvere della vita se non si conosce anche un'altra storia: la storia del suolo in cui la vita è evoluta. Si può ben intendere perciò che al suo insieme dottrinale contribuiscono oggi diverse competenze scientifiche. Ai tradizionali addetti ai lavori – antropologi, paleontologi, genetisti, anatomici – si aggiungono nuovi specialisti: botanici, etologi, geologi, biochimici, patologi, sociologi.

Beninteso, nel nostro studio non dimenticheremo mai lo strettissimo, ancestrale rapporto tra cellula muscolare e cellula nervosa. È compromettente negare a priori, in partenza, un parallelismo evolutivo a queste due: un'eventuale "dissociazione" tra l'una e l'altra, se emergerà, deve essere dimostrata e spiegata.

Anche tra i filosofi la questione è aperta da numerosissimi anni. Longo [1,2], nel suo articolo *La mano e il cervello, da Anassagora a Leroy-Gourhan* riferisce che la domanda: "Viene prima il cervello o la mano?" è antica. Già Aristotele, nel libro *Parti degli animali*, si contrappone ad Anassagora che, sicuramente conoscendo il pensiero evoluzionista della Scuola di Mileto, affermava che "l'uomo è il più intelligente di tutti gli animali perché ha le mani" e lasciava intendere una certa diacronia tra le due funzioni – quelle della mano e quelle del cervello – nella quale la precedenza spettava alla mano. Per Aristotele, che non condivideva questa storia evolutiva, "l'uomo ha avuto le mani perché è il più intelligente di tutti gli animali". La diatriba è durata fino ai nostri giorni. Leroy-Gourhan [3], da grande naturalista, la interrompe con una secca, lapidaria affermazione: "l'uomo è cominciato dai piedi", convinto che la pri-

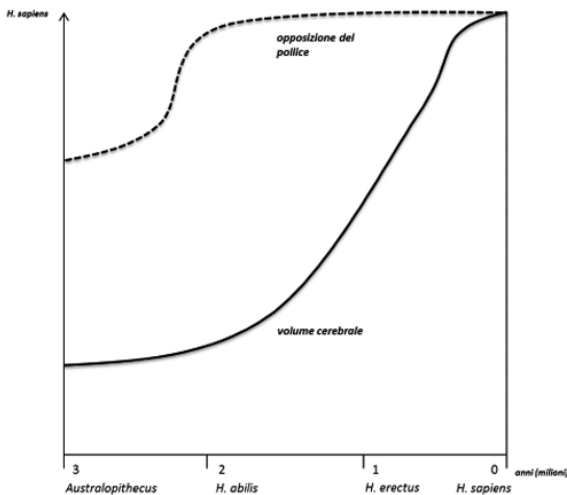


Figura 2. Evoluzione dei caratteri: opposizione pollice-dita lunghe e volume cerebrale, in percentuale rispetto all'*Homo Sapiens* moderno.

ma, e fondamentale, tappa dell'ominazione è stata la conquista della stazione eretta: è da qui che l'uomo ha imparato ad usare diversamente l'arto anteriore adeguandovi via via il cervello.

Il grafico della Fig. 2 è molto significativo: mette chiaramente in evidenza che, se è vero che la quantità di materia cerebrale è indice del grado di capacità intellettuale, tra la comparsa della opposizione fra pollice-dita lunghe e la comparsa di una massa cerebrale di 1.2-1.4 chilogrammi, qual è quella della nostra specie, non v'è coincidenza. Una mano prensile c'era già quando eravamo australopitechi, con una capacità cranica pari a meno della metà di quella dell'*Homo Sapiens*. La domanda che ci siamo posti è quindi lecita.

LA STORIA: PARTE PRIMA

Come si sono succeduti gli eventi? Dobbiamo andare molto indietro nel tempo. Le testimonianze fossili sono relativamente rare, soprattutto per quanto riguarda le ossa della mano. Lunghissimi periodi di tempo ne sono completamente privi. Pertanto ricostruire il suo cammino nella storia dei viventi è senza dubbio difficile e può condurre ad affermazioni prive di qualsiasi fondamento scientifico.

Ci soccorrono gli enunciati darwiniani e post-darwiniani. Come è noto, la questione più dibattuta dopo l'uscita de *L'origine delle specie* nel 1859, era se gli antenati dell'uomo fossero arborei o terrestri. Gli studi evolucionistici sono a favore della prima alternativa: hanno portato alla ribalta l'umile tupaia (Fig. 3), un toporagno, un Plesiodapide, come capostipite della nostra linea evolutiva, come primo punto di divergenza dagli altri mammiferi terrestri. La tupaia appartiene all'ordine degli insettivori e quella da cui deriviamo aveva allora dimensioni simili a quelle di un gatto.

Ciò avveniva all'inizio del Paleocene, quando nell'ambiente era in corso un altro evento importante. In vasti territori del pianeta si diffondevano le angiosperme, le piante con fiori e frutti. La forma del pianeta non era ancora definita, ma grazie alla deriva dei continenti il profilo delle varie placche era già visibile. Pangea, il supercontinente in cui erano confluite le terre emerse nel Permiano, circa 200 milioni di anni prima, si era dischiusa nei vari compartimenti che hanno dato luogo agli attuali continenti e gli oceani andavano guadagnando spazio tra le spaccature. Le modificazioni climatiche che vi si associavano favorivano l'evoluzione vegetale: l'ambiente si arricchiva di prodotti assai appetibili per gusto, digeribilità e

potere nutritivo, prodotti che si mettevano in mostra nella parte alta della pianta.

Questa variazione si avverava quando nello strame del sottobosco la competizione verosimilmente era divenuta furente. Gli insetti erano la merce alimentare per una quantità crescente di roditori ed insettivori. La ricerca di cibo, non più al suolo, ma tra i rami, rendeva possibile il contatto con la nuova fonte di alimentazione: la frutta ed un fogliame più tenero. La spinta verso determinati cambiamenti evolutivi deve essere stata molto forte in quel periodo, tra la fine del Mesozoico e l'inizio del Cenozoico.

Le mutazioni genomiche che modificavano le estremità degli arti anteriori – ancora piedi – non tardarono ad affermarsi: quelle che si esprimevano fenotipicamente con il miglioramento delle capacità di arrampicarsi, di muoversi tra i rami, di appropriarsi dei frutti e di portarli alla bocca furono favorite dalla selezione naturale. “Oggi siamo quello che abbiamo dovuto mangiare”.

Di milioni di anni ce ne sono voluti tantissimi per arrivare ai Primati, alle scimmie, alle scimmie antropomorfe e all'uomo. I fossili e gli altri metodi di studio applicati dagli antropologi – biochimici, fisici, genetici, etc. – hanno permesso di ipotizzare un percorso oggi ritenuto credibile. Negli eredi della tupaia, il lungo muso si accorciava acconsentendo ai due occhi laterali di avvicinarsi e di ruotare verso la linea mediana: si sviluppava così la visione binoculare assai più efficace nella localizzazione degli oggetti nello spazio. Le dita perdevano gli artigli, sostituiti dalle unghie, ed il palmo della mano acquistava cuscinetti più comodi e più adatti all'appoggio



Figura 3. La tupaia: il nostro antenato di 65 milioni di anni fa.

sulla superficie cilindrica e limitata dei rami [4-6]. La vita arborea favorì un progressivo affrancamento dal quadrupedismo a favore del bipedismo: la brachiazione degli arti anteriori e la modificazione dei “piedi” anteriori. La presa dei frutti, più numerosi ed attraenti sui rami più periferici della chioma, imponeva spiccate doti di equilibrio sugli arti posteriori, braccia lunghe, capacità di spostamento aereo, e prensilità. L'estremità anteriore si adeguava alle nuove esigenze. Il primo dito veniva ad assumere un nuovo ruolo nel contesto dell'apparato digitale: si allontanava e si avvicinava come la branca di una pinza, movimento indispensabile per portare il frutto alla bocca: *hand to mouth*, come dice Napier [4-6].

PROCONSUL

Nel corso dei successivi milioni di anni l'evoluzione naturale progredì con la formazione di varie specie. Si ritiene che le prime scimmie abbiano fatto la loro comparsa nel tardo Eocene. A 20 milioni di anni fa si fa risalire la comparsa del genere Proconsul. Composto da diversi frammenti, i suoi fossili sono stati rinvenuti attorno agli anni '30. Fu così chiamato perché in quel tempo furoreggiava in un music hall londinese uno scimpanzé, chiamato Consul, che con vestiti e cappelli allora di moda correva in bicicletta fumando la pipa: Hopwood, paleontologo del British Museum, si compiacque di chiamare il nuovo antropoide *pro... Consul*, “prima di Consul”. L'esemplare più noto è quello ritrovato dalla celebre antropologa Marie Leakey nei pressi del Lago Vittoria in Africa, nel 1948 (Fig. 4). Le caratteristiche dei resti – il cranio e pezzi degli arti – fanno ritenere che si tratti di una scimmia arboricola quadrupede che viveva principalmente sui rami degli alberi: tra questi rami repe-



Figura 4. Proconsul, la scimmia comparsa circa 20 milioni di anni fa, quadrupede, arboricola.

riva gli alimenti teneri che, secondo le caratteristiche dei denti osservabili, doveva prediligere – foglie giovani, germogli e frutta, e non le dure radici o i tuberi – per cui solo saltuariamente scendeva a terra dove si muoveva a quattro zampe come le altre scimmie. Di Proconsul gli antropologi hanno pazientemente ricostruito lo scheletro. Quello della mano mostra chiaramente la differenziazione del primo dito: dalla forma delle facce articolari si può escludere che la mano fosse dotata di opposizione, ma era già una mano prensile, con morfologia proto-umana, simile a quella degli ominoidi posteriori: si muoveva sì al comando di motoneuroni, ma, in apparenza, al di fuori di ogni intenzionalità. Proconsul nel suo insieme mostra caratteri ancestrali umanoidi per cui a diritto dobbiamo inserirlo tra i primi anelli della nostra stirpe ed attribuirgli la targa di “antenato”.

Proconsul e la sede del suo rinvenimento, nei pressi del Lago Vittoria, mettono a fuoco un altro punto nodale dell'evoluzione secondo le vedute moderne: l'Africa orientale.

LA RIFT VALLEY

L'Africa nel Miocene si era ampiamente popolata di varie specie di scimmie. Dalle scimmie inferiori (lemuri, bertucce, babuini, macachi, mandrilli, etc.) si sono differenziati i Pongidi, le scimmie antropomorfe: il gibbono, l'orang-utan, il gorilla e lo scimpanzé. Vivevano tra gli alberi della foresta pluviale. In quest'Africa, immersa in un clima decisamente umido, si rendeva evidente circa 8 milioni di anni fa la crisi tettonica che comportò la formazione di un lunghissimo avvallamento di oltre 5000 chilometri teso tra nord e sud, dalla Siria al Tropico del Capricorno. Un suo ampio tratto, noto come la Rift Valley, divideva il continente in due parti, separando a est le regioni orientali: l'Etiopia, la Somalia, il Kenya, e più in giù la Tanzania (Fig. 5). All'abbassamento del fondo faceva seguito, con il passare del tempo, lungo il margine occidentale della valle, l'innalzamento di un'alta catena montuosa che raggiunge in alcuni punti anche i 5000 metri. Questo evento geologico è stato molto importante, secondo molti studiosi (Y. Coppens e altri: si vedano le letture consigliate), nell'evoluzione verso l'uomo. I rilievi montuosi, bloccando i venti umidi provenienti dall'Atlantico, favorirono a est l'instaurarsi del regime monsonico che si andava organizzando anche grazie alla massiccia presenza del grande altipiano del Tibet e della catena himalayana, e il costituirsi di un clima secco. La parte occidentale dell'Africa

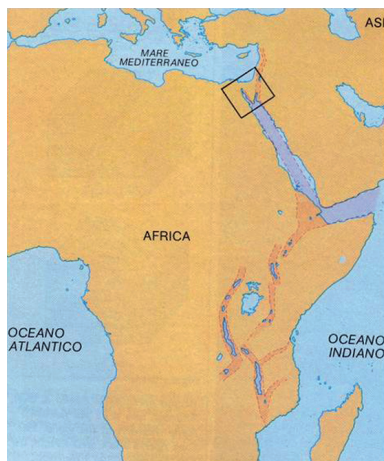


Figura 5. La Rift Valley, la fossa tettonica, che decorre nella parte sinistra del continente africano separando le regioni del Corno d’Africa dal resto del continente. Essa fa parte di un insieme di fosse e di pilastri tettonici che partendo dalla Siria, raggiunge quasi l’Africa Australe attraversando il lago di Tiberiade, la valle del Giordano, il Mar Morto, il Mar Rosso, la Dancalia etiopica, e le rift valley che si snodano lungo i grandi laghi (Rodolfo, Tanganica, Niassa).

Da Alfonso Bosellini, La Terra dinamica e Storia geologica dell’Italia, Bovolenta, Ferrara 2009.

invece rimaneva umida e piovosa e quindi ricoperta da foreste pluviali. Nella parte orientale l’aria diventava asciutta e la foresta cedeva il posto alla savana. In epoche posteriori questa trasformazione fu facilitata dal periodo di siccità che ebbe luogo a livello planetario tra 3 e 2 milioni di anni fa. La vegetazione forestale via via scompariva e piante capaci di vivere in un clima secco cominciarono a diffondersi dando luogo al paesaggio tipico della savana con piante sparse e più basse, raccolte a gruppi soprattutto lungo i corsi d’acqua e con larghe distese di alte erbe. L’alternanza climatica stagionale modificava la disponibilità nel corso dell’anno di fiori e frutti imponendo ciclicamente agli animali il ricorso a tuberi e a radici.

AMBIENTE ED OMINAZIONE

Perché fu importante questo sconvolgimento terrestre? Come è noto, i cambiamenti ambientali hanno pesantemente influenzato l’evoluzione degli esseri viventi. Una domanda interessante, sorta osservando la distribuzione dei siti di ritrovamento fos-

sile, venne spontanea. Si poteva notare che resti di scimpanzé e di gorilla erano stati trovati in grande quantità in tutta la parte occidentale del continente africano dove il clima si era conservato caldo-umido. Il loro ritrovamento in corrispondenza della Rift Valley invece era divenuto infrequente: i fossili dalle sembianze umane furono invece rinvenuti in grande quantità nella fascia che è a est della lunga depressione. La soluzione proposta fu la seguente. La diradazione delle foreste e l’avvento della savana con le sue nuove caratteristiche vegetative privilegiò le trasformazioni somatiche da mutazione genetica che favorivano il bipedismo. Esse liberarono la mano dalla deambulazione. Il primate poté allora scendere dagli alberi e cominciare una vita in terra dove trovava sufficiente sostentamento.

Le variazioni morfologiche degli arti anteriori (da zampa a mano) sono tra le ultime trasformazioni evolutive di grande rilievo che soggiacciono ancora alle regole darwiniane. Sono dovute a modificazioni genetiche (mutazioni) sulle cui espressioni fenotipiche agisce poi la selezione naturale. Sono pertanto modificazioni genetiche legate al caso come tutte quelle che hanno indotto i vari cambiamenti che si sono susseguiti nella trasformazione dell’essere vivente dalla condizione primordiale a quella di oggi. Le modificazioni verosimilmente sono avvenute a livello dei geni omeotici, a cominciare da 45 milioni di anni fa fino a 3-4 milioni di anni fa, e cioè da circa metà dell’Eocene con le *Adaptide*, un gruppo di animali molto simili ai Lemuri, nelle quali il primo dito comincia a differenziarsi dagli altri quattro, fino all’avvento dell’*Australopithecus*.

L’Africa orientale può considerarsi con sufficienza di prove la “culla dell’umanità”. Nella savana a est della Rift Valley il primate, forte del pollice e della capacità prensile che la vita arboricola trascorsa lungo tutto il Cenozoico gli aveva dato nei tempi e nei modi propri dell’evoluzione, può scendere dai rami e grazie a queste distinte doti può cominciare a costruire strumenti. Può cacciare, raccogliere, percepire nuovi stimoli. “East side story” si diverte a chiamarla Y. Coppens (vedi *Lecture consigliate*).

LA STORIA : PARTE SECONDA

Circa 5 milioni di anni fa la specie *Homo* si staccò dalle scimmie antropomorfe, cioè dallo scimpanzé con il quale abbiamo conservato in comune il 99% del patrimonio genetico e che pertanto dobbiamo considerare il nostro cugino più prossimo. Gli studi sui fossili, divenuti molto numerosi soprattutto nella

seconda metà del Novecento, grazie ai rinvenimenti in Etiopia, Kenya e Tanzania, hanno individuato più specie – comparse e poi in buona parte estinte – e le hanno inquadrare in un possibile albero genealogico. Da allora le modificazioni anatomiche, come rintracciabili dai fossili rinvenuti, appaiono “dirette” verso il completamento morfologico del corpo in funzione della postura eretta e quello del cranio in funzione dell’eccezionale sviluppo cerebrale.

Dall’albero l’antropomorfa scende con una mano ormai dotata di un’opposizione quasi completa, ma con una capacità cranica ancora assai modesta. La capacità media del cranio di uno scimpanzé – il cugino più stretto dell’uomo – è di 383 cc. Quella di un *Australopithecus africanus*, che visse circa tra i 3,5 e i 2,5 milioni di anni fa, è di poco maggiore: 450 cc (media), con un incremento pari all’1,2%. Il grande balzo in avanti si verifica nel passaggio da *Australopithecus* a *Homo habilis*: l’incremento è del 44% e la capacità media è di 646 cc.

Per quanto attiene specificamente ai cambiamenti evolutivi della mano dalle scimmie all’uomo, i fossili disponibili non consentono ancora un’uniformità di vedute. La letteratura in merito è molto vasta: nella bibliografia si citano solo alcuni dei volumi meritevoli di lettura (v. letture consigliate). Di grandissimo interesse sono le ricerche e le interpretazioni di alcuni studiosi e delle loro scuole. Si deve nuovamente citare JR Napier che domina il pensiero dagli anni ’50 [4-6], il gruppo di MW Marzke dell’Università di Tempe (Arizona) [7,8] e quello di RL Susman dell’Università di Stony Brook, NY [9].

Una conferma della teoria relativa all’ominazione fu il rinvenimento nel 1960 dell’Ominide 7 ad Olduvai [7], anche questo per opera della paleontologa Leakey. Il fossile fu datato un 1.750.000 di anni fa e fu nominato *Homo habilis*.

L’analisi delle ossa, il loro confronto con la mano dell’uomo attuale e con quella delle antropomorfe ha rilevato differenze non sostanziali. I tre muscoli (il flessore lungo del pollice, il primo interosseo volare e probabilmente il capo profondo del flessore breve del pollice), mancano nel pollice dello scimpanzé [9] – interpretazione non condivisa dalla Mazke – e il trapezio è l’epicentro evolutivo. Le modifiche delle sue faccette articolari e gli adattamenti delle faccette articolari con il trapezoide e lo scafoide a monte e con il primo e secondo metacarpo a valle unitamente ai cambiamenti muscolari conducono via via alla conquista dell’opposizione tipica dell’uomo moderno.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

La domanda che ci siamo posti all’inizio, così sintetizzabile: “lo sviluppo della mano ha preceduto quello del cervello condizionandone l’evoluzione?” è troppo generica e deve essere opportunamente chiarita. Devono essere *in primis* chiariti i “fatti” che vengono messi a confronto: da un lato, gli eventichave che caratterizzano il primo, e dall’altro che cosa si intende per cervello e per mente.

Da *La storia: parte prima* emerge con chiarezza che molto lentamente – nel corso di 65 milioni di anni – la selezione naturale ha favorito la diversificazione degli arti con l’affermarsi della vita arborea indotta dalla diffusione delle angiosperme e quindi della fruttificazione. Si assiste alla progressiva acquisizione di una nuova funzione da parte del pollice: la mano deve facilitare l’appoggio sulla rotondità del ramo e soprattutto deve prendere il frutto e portarlo alla bocca. La sua indipendenza richiede la modifica della mobilità dei vari segmenti ossei dell’arto anteriore e la Natura la concede loro agendo in particolar modo sulla morfologia articolare. Provvede alla brachiazione, alla prensilità della mano e successivamente all’affinamento dei suoi movimenti che consentono non più solamente la presa, ma anche funzioni collaterali quale la rottura di noccioli o manovre a favore dei neonati. Andando avanti nel tempo, uno sconvolgimento planetario, legato alla deriva dei continenti, databile attorno agli 8 milioni di anni fa, cambia l’ambiente del Corno d’Africa. L’animale che diverrà uomo scende dagli alberi e comincia la sua vita a terra: la mano comincia a svolgere funzioni che diverranno via via più complesse.

Di che cervello godeva in quei tempi quell’animale ormai in grado di svolgere le suddette funzioni? La scatola cranica, unico dato certo a disposizione del ricercatore, era piccola e piccolo era il cervello. E in che cosa consisteva il cervello? A dare una risposta non ci aiuta nessuna osservazione al di fuori dell’anatomia comparata. La parte più rappresentata è quella che gli anatomici denominano archipallio: un cervello primordiale composto da rombencefalo, da mesencefalo e da un prosencefalo che nella sua parte telencefalica è alquanto rudimentale: l’ampiezza della corteccia è minima, mancano le circonvoluzioni. Siamo autorizzati a ritenere che in questa struttura primordiale avesse sede una “mente”?, che questa struttura fosse già portatrice di una primitiva volontà e di mettere in essere un movimento che rispecchiasse la sua intenzione e del quale fosse

consapevole? I numerosissimi studi compiuti sulle proscimmie e sulle antropomorfe sembrano escludere questa ipotesi, anche se ipotesi diverse ve ne sono moltissime (vedi Letture consigliate).

Per quanto riguarda il lungo periodo raccontato nella prima parte della storia che giunge fino all'avvento dell'*Australopithecus*, la selezione sembra aver agito con molto anticipo sulla mano rispetto al cervello: ovviamente rispetto al cervello di cui quegli animali in quei tempi erano dotati: un cervello ancestrale, un cervello povero, lontano dal possedere un pensiero, una memoria e tanto meno un linguaggio, ancora pilotato dagli stimoli sensitivi, provenienti dagli organi della vista, dell'olfatto, e dell'udito, stimoli che verosimilmente determinavano le reazioni motorie in via riflessa senza subire un'elaborazione mentale di significativa importanza. I movimenti della mano erano attivati e regolati dagli stimoli tattici e propriocettivi provenienti dalla mano stessa. L'opposizione pollice-dita lunghe perciò sembra aver preceduto nella filogenesi le sue funzioni superiori del cervello ed essersi svolta all'insegna della selezione naturale. Lungo tutto il Paleozoico la selezione favorisce le mutazioni che trasformano via via l'arto anteriore-piede in arto superiore-mano. Le modifiche si adattano all'utilizzo del frutto che gli occhi, i cui assi si avvicinano e si dispongono sempre più paralleli, consentono di avvistare. La risposta motoria – cioè la presa del frutto e il suo trasporto alla bocca – avviene verosimilmente in via riflessa diretta. Il movimento, azionato dai muscoli coinvolti, non è intenzionale: è automatico.

Non sono tuttavia movimenti infecundi. Con il trascorrere di milioni di anni – passiamo alla “seconda parte” della storia – il suo lavoro modifica la crescente corteccia cerebrale lasciandovi impressi segni tangibili. La sorprendente ampiezza della rappresentazione corticale della mano, raffigurata dal notissimo *Homunculus* oggetto di migliaia di ricerche ed oggi reinterpretabile alla luce delle ricerche sui neuroni specchio [10], è l'espressione di questo diretto adeguamento dell'encefalo alle funzioni motorie e sensitive della mano. Gli stimoli sensoriali, di ordine precipuamente propriocettivo, a partire dalla mano sembra abbiano preceduto – e siano stati causa di – sviluppo cerebrale, verosimilmente alla pari degli stimoli provenienti dagli altri organi di senso. Alcuni stimoli, quali quelli olfattivi, prima essenziali per il ritrovamento del cibo, possono perdere nel percorso scimmia-uomo la loro indispensabilità nella ricerca del cibo, ed essere sostituiti dalla nuova

accoppiata vista-mano. Fino a questa fase ci sembra lecito ammettere una precedenza della mano sul cervello: di ritenere che la “mano” sia stata un potente mediatore tra ambiente e cervello e possa aver svolto un ruolo primario nel dare l'avvio allo sviluppo di elaborati mentali.

Con il progredire dell'encefalizzazione – dall'*Australopithecus* in avanti – il primitivo automatismo fa il suo ingresso nella sfera della volontà: è a questo punto che cominciano i misteri. Alla smisurata esplosione delle capacità mentali verificatasi con l'avvento dell'*Homo sapiens sapiens* il nostro sapere scientifico risponde ancora una volta con il silenzio o tutt'al più con delle ipotesi. Il progresso è esponenziale e nelle ultime migliaia di anni – una frazione di minuto nella scala geologica del tempo – conduce l'uomo dalla capanna al grattacielo, dal salto tra i rami al volo su razzo da pianeta a pianeta. Quali sono i meccanismi per mezzo dei quali l'*Homo* diventa *sapiens*?

Quando la volontà cominci a guidare con consapevolezza gli atti della mano è difficilmente verificabile: lasciamo la risposta agli addetti ai lavori. Ciò che è certo è che fino all'avvento dell'*Homo habilis* l'omnizzazione è una manifestazione solo africana, con caratteristiche che poco si discostano dall'*Australopithecus*: rozzi e primordiali sono i prodotti della sua mano. Con l'avvento della cronospecie di *Homo erectus*, datata attorno il milione e mezzo di anni fa, il balzo in avanti è molto grande: la capacità cranica diventa sensibilmente superiore e gli strumenti che produce sono molto più elaborati indicando progettualità ed efficienza esecutiva. Le mani cominciano ad ubbidire al cervello. Ormai dotato delle proprietà funzionali superiori, varca i confini dell'Africa e si spinge in Europa ed in Asia: le testimonianze fossili sono di rilievo.

Successivamente è nel favorevole ambiente del Pleistocene che la linea umana acquisisce con rapidità sorprendente le capacità culturali che caratterizzeranno l'*Homo sapiens*, sulla data della cui comparsa ancora si discute (500.000 di anni fa?). Con l'*Homo sapiens*, l'encefalizzazione progredisce fino ai valori attuali (media 1350 cc di capacità cranica, v. tra le letture consigliate: Tobias PV, *Il bipede barcollante*). Con un crescendo impressionante egli si impadronisce delle facoltà cognitive che gli consentiranno di assoggettare a suo piacimento l'ambiente in cui vive: il pensiero simbolico, il linguaggio, la coscienza. Può incominciare quella vita sociale che pian piano gli insegnerà a comunicare e a prendere coscienza di se stesso.

Molte sono le domande a cui la scienza non sa dare alcuna risposta. È ancora la selezione naturale a pilotare queste ultime fasi dell'ominazione? Alcuni sono certi; altri meno. Altri lo negano chiamando in causa l'opera di Dio. Posiamo escludere che nella formazione della mente dell'*Homo sapiens sapiens*, la selezione abbia potuto agire in modo meno esplicito inducendo degli adattamenti neuronali trasmissibili che noi non siamo in grado di cogliere e di analizzare?

I FILOSOFI OSSERVANO

Nella *Dialettica della natura* [11] Engels scrive: “Anche l'uomo sorge per differenziazione. Non solo individualmente, per differenziazione da un'unica cellula-uovo fino all'organismo più complicato che la natura produce: ma anche storicamente. Quando, dopo sforzi millenari, la differenziazione della mano dal piede fu definitivamente acquisita, allora l'uomo di distaccò nettamente dalla scimmia; allora furono poste le basi per lo sviluppo del linguaggio articolato e per quel poderoso perfezionamento del cervello che da allora ha fatto divenire invalicabile l'abisso esistente tra l'uomo e la scimmia. La specializzazione della mano significa lo strumento: e lo strumento significa l'attività umana specifica, la reazione trasformatrice dell'uomo sulla natura, la produzione. Ci sono anche animali, in senso stretto, che possiedono strumenti, ma solo in quanto membra del loro corpo (la formica, l'ape, il castoro); vi sono anche degli animali che producono, ma l'influsso della loro produzione sull'ambiente naturale è praticamente nullo rispetto a quest'ultimo. Solo l'uomo è riuscito ad imprimere il suo suggello sulla natura, non solo perché ha fatto mutare di luogo fauna e flora, ma perché ha modificato in tal modo l'aspetto, il clima, e perfino gli animali e le piante della zona da lui abitata: i risultati della sua attività potranno scomparire solo con l'estinzione generale di tutto il globo terrestre. E l'uomo ha fatto tutto ciò, innanzitutto ed essenzialmente, per mezzo della mano. La stessa macchina a vapore, il più potente strumento fino ad oggi a sua disposizione per la trasformazione della natura, deriva, in quanto strumento, in ultima istanza dalla mano. Ma con la mano passo a passo si sviluppò il cranio: venne la coscienza, dapprima delle condizioni necessarie per l'avverarsi di singoli effetti praticamente utili, e più tardi, nei popoli più favoriti, si sviluppò da questa coscienza la comprensione delle leggi naturali che coordinavano quei fenomeni. E con il rapido svilupparsi della conoscenza delle leggi naturali crebbero i mezzi per reagire sulla natura. La mano, sola,

non avrebbe mai costruito la macchina a vapore, se il cervello non si fosse sviluppato correlativamente con essa, accanto ad essa e in parte attraverso di essa”. È credibile oggi l'ipotesi di Engels e soprattutto può essere il presupposto di una filosofia economica? A questa domanda ci sentiamo di dare una risposta. Engels, e Marx che sembra aver accolto con molto favore il suo rendiconto, sono venuti a conoscenza dei fatti quando ancora poco si sapeva sull'ominazione e nulla sull'evoluzione culturale. Oggi come oggi, alla luce della storia raccontata, non ci sembra arduo affermare che la mano abbia aiutato la creazione e la elaborazione delle idee ed unirci ai filosofi empirici prima citati nel ritenere che la mente non ha nulla da pensare se prima i sensi non le hanno fornito le rappresentazioni da elaborare: ci sembra arduo per il momento farne il fondamento sperimentale di una dottrina economico-politica.

UN BRICIOLO DI FANTASCIENZA

Ha raggiunto l'uomo la sua conformazione definitiva? Considerati i meccanismi evolutivi che hanno condotto alla mano ed alla sua straordinaria rappresentazione cerebrale, esaminati in questa nota, è immaginifico pensare che qualche altra mutazione possa verificarsi nel futuro e, nel rispetto di tutte le regole che ne hanno finora governato i cambiamenti, dar luogo a nuovi fenotipi che privilegiano ulteriormente l'uomo nell'ambito della natura? Possono prossimi sconvolgimenti naturali, tipo quello che ha dato origine alla Rift Valley, o cambiamenti climatici, indurre nuove mutazioni con espressioni fenotipiche più adatte al nuovo ambiente?

Ci suggeriona l'idea fantasiosa che il bifidismo o una polidattilia di una mano possa essere il primo segnale di un avvio verso la formazione di un “terzo arto”. Un terzo arto! Ci rendiamo conto quanto utile sarebbe all'uomo un terzo arto, ovviamente superiore. Una terza gamba non ci tornerebbe di nessun vantaggio, visto che di quattro ce ne siamo tenute soltanto due. Ma una terza mano, sì, potenzierebbe la macchina e produrrebbe più lavoro. E, tornando alla suggestione musicale dalla quale siamo partiti, quanto di più e di meglio saprebbe fare la celebre flautista con una mano in più?!

BIBLIOGRAFIA

1. Longo O. *L'universo dei Greci. Attualità e distanze*. Marsilio, Venezia, 2000, pp 112-123.
2. Longo O. *Scienza, Mito, Natura. La nascita della biologia in Grecia*. Bompiani, Milano, 2006, pp 99-110.

3. Leroi-Gourhan A. *Il gesto e la parola. Tecnica e linguaggio. La memoria e i ritmi*. Einaudi, Torino, 1977.
 4. Napier JR. The prehensile movements of the human hand. *J Bone Joint Surg* 1956; 38: 908-913.
 5. Napier JR. Fossil hand bone from Olduvai Gorge. *Nature* 1962; 196: 409-411.
 6. Napier JR. The evolution of the hand. *Scientific Amer* 1962; 140: 1-8.
 7. Marzke MW, Marzke RF. Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analyzing and interpreting the anatomical evidence. *J Anat* 2000; 197: 121-140.
 8. Tocheri MW, Marzke MW, Liu D, Bae M, Jones GP, Williams RC, Razdan A. Functional capabilities of modern and fossil hominid hands: three-dimensional analysis of trapezia. *Am J Phys Anthropol* 2003; 122: 101-112.
 9. Susman RL. Hand function and tool behavior in early hominids. *Journal of Human Evolution* 1998; 35: 23-46.
 10. Rizzolatti G, Sinigaglia C. *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2006.
 11. Engels F. *Dialettica della natura*. Editori Riuniti, Roma, 1971, pp 49-50.
- adatti ad introdurre il lettore interessato nei complessi problemi dell'evoluzione degli esseri viventi. Si segnalano inoltre:
- Napier JR, Napier PH. *The natural history of the Primates*. The MIT Press, 1994.
 - Napier JR. *Hand*. Princeton University Press, Princeton, 1993.
 - De Duve C. *Come evolve la vita*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2003.
 - Salza A. *Ominidi*. Giunti, Firenze, 1999.
 - Dawking R. *Il gene egoista*. Oscar Mondadori, Milano, 1992.
 - Foley RA. *Gli umani prima dell'umanità*. Editori Riuniti, Roma, 1999.
 - Martin RD. *Primate origins and evolution*. Princeton University Press, Princeton, 1990.
 - Tobias PV. *Il bipede barcollante*. Einaudi, Torino, 1992.
 - Eldredge N. *Ripensare Darwin*. Einaudi, Torino, 1999.
 - Mayr E. *Biologia ed evoluzione*. Bollati Borinighieri, Torino, 1992.
 - Jay Gould S. *Bravo brontosauero*. Feltrinelli, Milano, 1993.
 - Jay Gould S. *Il pollice del panda*. Il Saggiatore, Milano, 2001.
 - Balletto E. *Zoologia evolutiva*. Zanichelli, Bologna, 1995.
 - Reeves H, De Rosnay J, Coppens Y, Simonnet D. *La più bella storia del mondo. Il segreto delle nostre origini*. Oscar Saggi Mondadori, Milano, 1996.
 - Donald M. *L'evoluzione della mente. Per una teoria darwiniana della coscienza*. Garzanti, Milano, 2004.

LETTURE CONSIGLIATE

Innumerevoli sono le pubblicazioni sull'argomento. Ne segnaliamo alcune, già scusandoci con gli autori che non vengono citati. I libri di E. Boncinelli, pubblicati da Einaudi: *I nostri geni* (1998), *Le forme della vita* (2000); e da Carocci: *Biologia dello sviluppo. Dalla cellula all'organismo* (2001) sono, per chiarezza e per ricchezza di argomentazioni, straordinariamente



SICM
Società Italiana di
Chirurgia della Mano



XX FESSH CONGRESS

FEDERATION OF
EUROPEAN SOCIETIES
FOR SURGERY
OF THE HAND

17-20 June 2015

Milan, Italy

Congress Chairman:

Giorgio Pajardi

gpajardi@centrostudimano.it

www.fessh2015.eu

The congress will be held during EXPO 2015 in Milan.

Visit www.expo2015.org

Organizing Secretariat

PLS Educational

Phone +39 055 24621

Fax +39 055 2462270

E-mail: fessh@promoleader.com

MAIN TOPICS OF THE CONGRESS

- Congenital malformation: advanced surgery
- Open and arthroscopic technique for wrist trauma
- Brachial plexus and peripheral nerve injuries
- RA today
- Joint stiffness
- Tissue engineering and Regenerative Surgery
- Elbow and forearm
- Microsurgery: new trends in multiple tissue reconstruction
- What's in what's out in hand surgery
- Long fingers deformities
- Economical problems - and solutions - in Europe

INSTRUCTIONAL COURSE

Dupuytren's Disease

Prof. David Warwick (UK), Chairman

SCIENTIFIC COMMITTEE

Marco Ritt (Amsterdam - The Netherlands), Chairman

Mariusz Bonczar (Cracow - Poland), Member

Maurizio Calcagni (Zurich - Switzerland), Member

Christian Dumontier (Nice - France), Member

Grey Giddins (Bath - United Kingdom), Member

Riccardo Giunta (Munich - Germany), Member

Gürsel Leblebicioglu (Ankara - Turkey), Member

Cesare Tiengo (Padova - Italy), Member

Andrzej Zyluk (Szczecin - Poland), Member

COMMISSIONE EXPO SICM

Giorgio Pajardi, Presidente

Chiara Novelli, Segretario

Roberto Adani

Franco Bassetto

Bruno Battiston

Luciano Cara

Massimo Ceruso

David Espen

Nicola Felici

Riccardo Luchetti

Aurelio Portincasa

Mario Igor Rossello

Cesare Tiengo

Bruno Battiston - Delegato IFSSH

Aurelio Portincasa - Delegato FESSH

CD-Rom

Manuale di Farmacologia Clinica 2014



In questa versione del Manuale di Farmacologia Clinica, espressamente concepita per l'utilizzo in forma elettronica, è stato notevolmente incrementato, rispetto alle precedenti edizioni, lo spazio dedicato alle indicazioni e alle modalità d'impiego dei farmaci nella pratica terapeutica abituale. Con l'intento di garantire al lettore, anche in questo nuovo ambito di sviluppo, l'assoluto rigore scientifico che ha tradizionalmente caratterizzato l'opera nel suo originario orientamento "farmacocentrico", sono state revisionate, recepite e integrate nel consueto formato (a monografie indipendenti per classe di farmaci) le 80 Linee Guida cliniche pubblicate negli ultimi 12 mesi dalle maggiori Autorità Internazionali sui più stimolanti argomenti di clinica medica.

Nuovi farmaci inseriti: Alogliptin; Bilastina; Cabozantinib; Canagliflozina; Canakinumab; Cefarolina; Colestilano; Dapagliflozina; Dolutegravir; Elvitegravir; Exenatide; Flupirtina; Glicopirronio; Insulina Degludec; Landiololo; Lixisenatide; Lomitapide; Mirabegron; Modafinil; Nalmefene; Nefrologia; Pomalidomide; Ponatinib; Regorafenib; Teduglutide.

Nuova versione elettronica corrispondente a circa 3700 pagine del formato cartaceo.

Ampio risalto dedicato alle indicazioni e alle modalità d'impiego dei farmaci nella pratica terapeutica abituale. Inoltre sono state recepite, integrate e revisionate, nel consueto formato (a monografie indipendenti per classe di farmaci) le 80 Linee Guida cliniche pubblicate negli ultimi 12 mesi dalle maggiori Autorità Internazionali sui più coinvolgenti casi di clinica medica.

All'apertura del documento si presentano 6 sezioni:

- farmaci degli apparati,
- farmaci oncologici,
- farmaci antimicrobici,
- vaccini e profilassi,
- appendice generale,
- calcolatori.

Ciascuna sezione è dotata di un proprio sommario elettronico e di un indice analitico elettronico espanso con dettaglio su singole parole (migliaia di voci su 3 livelli) che consentono rimandi immediati (1 click) direttamente ai singoli paragrafi di pertinenza.

Scheda tecnica CD-Rom

ISBN 978-88-7110-320-4 - Prezzo di listino € 49,00

Sintesi del piano dell'Opera

Gastrointestinali e metabolismo - Sangue e organi emopoietici - Sistema cardiovascolare - Dermatologici sistemici - Sistema genitourinario - Preparati ormonali sistemici - Immunomodulanti - Antinfiammatori non steroidei - Antireumatici - Sistema nervoso centrale - Sistema respiratorio - Antidoti

Se desidera può ricevere in
abbinamento al CD-ROM
edizione integralmente
aggiornata 2014
la versione cartacea
dell'Opera (edizione 2007)
al prezzo unico speciale di

€ 89,00

invece di € 190,00


Edizioni Medico Scientifiche

Via Piedicavallo, 14 - 10145 Torino
tel. 011.33.85.07 - fax 011.38.52.750
www.cgems.it - cgems.clienti@cgems.it





Società Italiana di Chirurgia della Mano

COLLANA DI CHIRURGIA DELLA MANO

Le fratture di polso

offerta speciale
2 volumi € 78,00
invece di € 100,00



Il trattamento delle fratture dell'epifisi distale del radio rappresenta ancora oggi un argomento di notevole interesse scientifico.

La monografia, accanto all'anatomia funzionale e alla classificazione delle fratture del radio distale, propone i sistemi di **trattamento delle fratture extra e intra articolari**.

Le nuove placche di polso hanno permesso un trattamento chirurgico del polso traumatizzato in maniera meno "traumatica" rispetto agli anni precedenti, con **risultati sicuramente migliori in termini di stabilità della frattura**.

Un capitolo è dedicato al trattamento in urgenza dei disastri di polso, frequenti nei giovani adulti come conseguenza di traumi ad alta energia.

Ampio risalto viene dedicato agli esiti, con il trattamento dei vizi di consolidazione extra e intra articolari, dei difetti del compartimento ulnare, della pseudoartrosi di radio distale e dell'artrosi radio carpica e radio ulnare distale.

È inoltre presentato il **trattamento riabilitativo del polso traumatizzato**, sia a seguito di procedura chirurgica della frattura che delle complicanze.



SCHEDA TECNICA

17 x 24 cm • 304 pagine
ISBN: 978-88-7110-262-7
Prezzo di listino: € 55,00

Maurizio Corradi

U.O. Clinica Ortopedica Azienda
Ospedaliera-Universitaria, Parma

Riccardo Luchetti

Centro Privato di Chirurgia
e Riabilitazione della Mano, Rimini

per approfondimenti
consulti il sito
www.cgems.it



Sindromi canalicolari

Le sindromi canalicolari dell'arto superiore continuano a essere patologie di ampio interesse per il chirurgo della mano. Esse comprendono un vasto repertorio di patologie che va dalla **Sindrome del Tunnel Carpale**, molto diffusa nella popolazione, a condizioni di raro riscontro come la **Sindrome del Pronatore Rotondo**. Il corretto approccio diagnostico può permettere di **ridurre la possibilità di errori diagnostici** con conseguente rischio di "mal-practice".

Alla luce della vastità dell'argomento, la Monografia si presenta come un utile strumento sia per il giovane chirurgo che si avvicina alla disciplina, sia per il chirurgo più esperto che avrà la possibilità di confrontare la propria esperienza con la più recente letteratura.

La Monografia, anche attraverso l'ampio numero d'immagini che costituiscono il corredo iconografico, permette **un'aggiornata consultazione sulle metodiche diagnostiche**, sulle **procedure chirurgiche**, sulle **tecniche alternative** e sugli **aspetti riabilitativi**.

Franco Bassetto

Direttore della Clinica di Chirurgia Plastica
Ricostruttiva ed Estetica e Unità Semplice
Chirurgia della Mano Azienda Ospedaliera,
Università di Padova



SCHEDA TECNICA

17 x 24 cm • 240 pagine
ISBN: 978-88-7110-364-8
Prezzo di listino: € 45,00



C.G. Edizioni Medico Scientifiche

Via Piedicavallo, 14 - 10145 Torino

Come Acquistare



Fax: 011.38.52.750



Sito Internet
www.cgems.it



E-mail:
cgems.clienti@cgems.it



Tel: 011.33.85.07

Assistenza Clienti

Dal lunedì al venerdì
dalle 9,00 alle 12,30
e dalle 13,30 alle 17,30

Assistenza Clienti
011 37 57 38

ATLANTE DI ANATOMIA UMANA

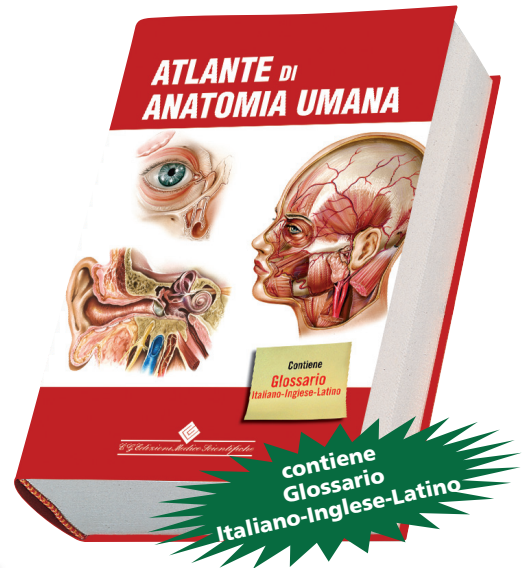
L'opera è suddivisa in **14 sezioni** organizzate in base ai differenti apparati e sistemi che compongono i vari aspetti dell'anatomia descrittiva come l'anatomia topografica. Dopo il capitolo iniziale di presentazione vengono trattati in maniera distinta e unica: la pelle, il sistema muscolo-scheletrico (muscoli, ossa e articolazioni), cardiovascolare, digerente, respiratorio, urinario e riproduttivo, immunitario, endocrino e nervoso e, infine, gli organi sensitivi.

Insieme con illustrazioni anatomiche, che hanno un grande impatto visivo, **l'Atlante è accompagnato da fotografie corrispondenti a diversi modi di tecniche di imaging-radiografico, TC, risonanze magnetiche, angiogrammi, scansioni, ecc...** che evidenziano le correlazioni più importanti.

Il volume è completato da un **utilissimo glossario in italiano, inglese e latino**, strutturato seguendo la nomenclatura internazionale.

Le immagini sono state organizzate per fornire il corretto flusso di informazioni per ogni regione anatomica, a partire dalla struttura scheletrica fino all'anatomia di superficie.

L'apprendimento dell'anatomia rimane una delle basi della professione medica ma non solo. Questo Atlante è indispensabile e utile per tutti coloro che, direttamente o indirettamente operano in ambito sanitario: infermieri, fisioterapisti, odontoiatri, biologi, farmacisti, insegnanti di educazione fisica e psicologi.

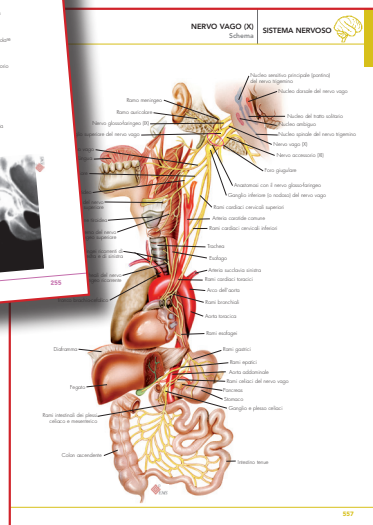
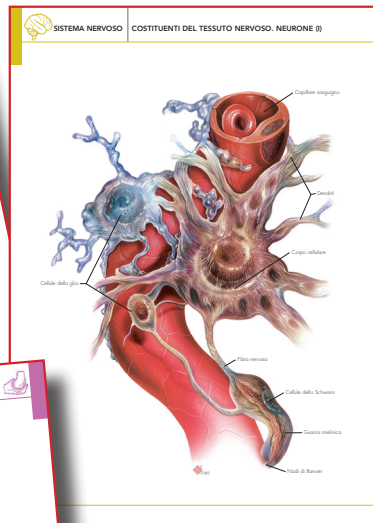


prefazione a cura del

Prof. Giorgio Palestro
 Ordinario di Anatomia Patologica,
 Università degli Studi di Torino
 Preside della Facoltà di Medicina e Chirurgia,
 Università degli Studi di Torino

Sezioni dell'Opera secondo la classificazione ATC

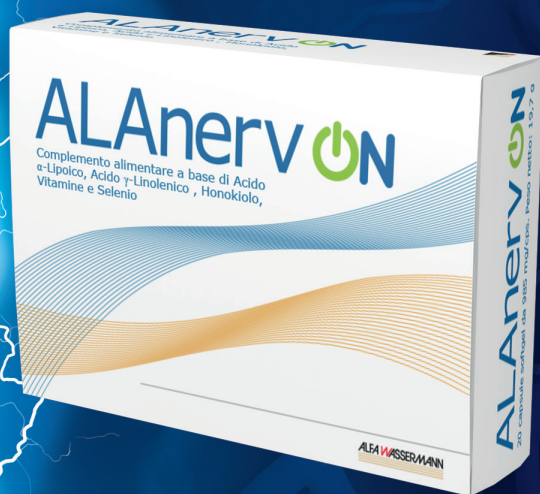
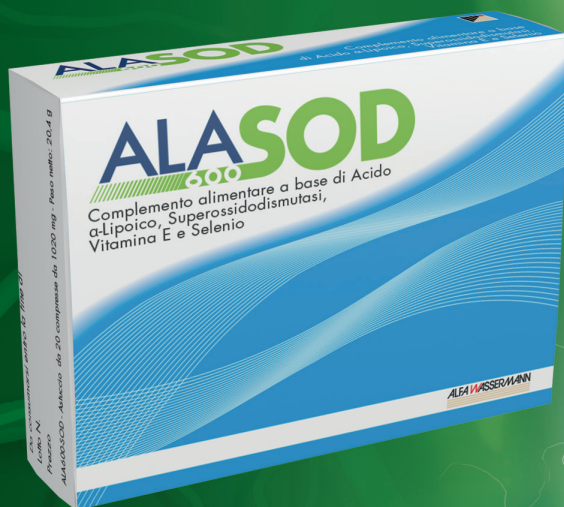
- Corpo umano: veduta d'insieme
- Pelle
- Muscoli
- Scheletro
- Articolazioni
- Apparato cardiovascolare
- Apparato digerente
- Apparato respiratorio
- Apparato urinario
- Apparato riproduttivo
- Sistema immunitario
- Ghiandole endocrine
- Sistema nervoso
- Organi di senso



SCHEDA TECNICA

21 x 29,7 cm • 720 pagine
 ISBN: 978-88-7110-247-4
 Prezzo di listino: € 69,00

TECNOLOGIA A BIODISPONIBILITÀ AUMENTATA



ATTACCO

Acido α -Lipoico
Superossidodismutasi
Vitamina E, Selenio

MANTENIMENTO

Acido α -Lipoico
Acido γ -Linolenico
Honokiolo
Vitamine e Selenio

ALFA WASSERMANN