

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

L'Ossigenoterapia Iperbarica nei traumi complessi dell'arto superiore

3D Printed Replica of distal radius fracture: why?

Lesioni tendinee. La riparazione dei tendini flessori in zona 2

Revisione olistica ed epistemologica dei processi di rigenerazione e di guarigione delle lesioni dei nervi periferici

Efficacy of collagenase *Clostridium histolyticum* injection in moderate and severe Dupuytren contraction: retrospective analysis of results in 682 Italian patients

Tecniche di salvataggio della radio ulnare distale (protesi escluse)

Distal radioulnar joint arthroplasty with a semiconstrained implant

Evoluzione del gomito e patologie correlate - Ispirazioni per un design protesico

Filo-ontogenesi "sistemica" del carpo e implicazioni chirurgiche innovative

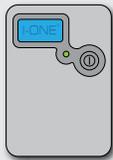


Clinical Research, Technology, Patient Care

Lavoriamo insieme
per la salute
del tuo paziente



I-ONE[®] terapia



I-ONE[®] TPC



BIOSTIM[®]



BIOSTIM[®] SMI



OSTEOBIT[®]



OSTEO SPINE[®]



Fast[®]

EFFICACIA

I dispositivi IGEA hanno segnali unici, brevettati e validati in clinica.

SEMPLICITÀ

Solo i dispositivi IGEA, per facilità d'uso, sono gestibili con un unico tasto di accensione e spegnimento.

SICUREZZA

I dispositivi IGEA sono pre-impostati e non modificabili per evitare che si possa, anche solo accidentalmente, compromettere la sicurezza di base e il raggiungimento delle prestazioni ottimali.

IGE A/015/07/16

Numero Verde
800.990053

Numero Verde
800.895300

Da cellulare
059.699600

info@igeamedical.com | www.igeamedical.com



Rivista Italiana di 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 Schieronì

DIREZIONE EDITORIALE

Editing Manager
Gianpiero Garnero

Editing

Manuela Ormella Givogri

Redazione Tecnica

Creative Mouse

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 30/12/2016
da Merka Trade Srl, Torino

©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
Roberto Adani

Responsabile Redazione Scientifica

Franco Bassetto

COMITATO DI REDAZIONE

Franco Bassetto
Mario Cherubino
Massimo Corain
Ignazio Marcoccio
Ombretta Spingardi
Pierluigi Tos

ITALIAN SCIENTIFIC BOARD

Bruno Battiston
Massimo Corain
Michele D'Arienzo
Augusto Marcuzzi
Giorgio Pajardi
Sandra Pfanner
Chiara Sbernadori
Pierluigi Tos

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

C. Dumontier, Francia
R. Giunta, Germania
M. Wustner, Germania
C. Leclercq, 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
Roberto Adani

Vicepresidente

Bruno Battiston

Past President

Riccardo Luchetti

Segreteria Presidente

Riccardo Busa

Consiglieri

Antonio Castagnaro
Alberto De Mas
Alberto Lazzarini
Ignazio Marcoccio
Jane Christiane Messina
Chiara Novelli
Michele Riccio
Ombretta Spingardi

Tesoriere

Michele D'Arienzo

Segretario

Giancarlo Caruso

Proibiviri

Maurizio Altissimi
Paolo Ghiggio
Mario Cherubino

Revisori dei Conti

Francesco Cannavò
Laura Martini
Marco Biondi

Delegato F.E.S.S.H.

Aurelio Portincasa

Delegato I.F.S.S.H.

Pierluigi Tos



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)

Sommario

TRAUMATOLOGIA

- 4 L'OSSIGENOTERAPIA IPERBARICA NEI TRAUMI COMPLESSI DELL'ARTO SUPERIORE

Franco Bassetto, Andrea Monticelli, Erica Dalla Venezia, Elena Pescarini, Cesare Tiengo

- 14 3D PRINTED REPLICA OF DISTAL RADIUS FRACTURE: WHY?

Nicola Bizzotto, Massimo Corain, Andrea Leti Acciaro, Denis Romani, Roberto Adani, Bruno Magnan

CHIRURGIA TENDINEA

- 17 LESIONI TENDINEE. LA RIPARAZIONE DEI TENDINI FLESSORI IN ZONA 2

Ombretta Spingardi, Maria Teresa Botta, Cesare Tiengo

CHIRURGIA DEI NERVI PERIFERICI

- 24 REVISIONE OLISTICA ED EPISTEMOLOGICA DEI PROCESSI DI RIGENERAZIONE E DI GUARIGIONE DELLE LESIONI DEI NERVI PERIFERICI

Giorgio Brunelli

CHIRURGIA DEI TESSUTI MOLLI

- 33 EFFICACY OF COLLAGENASE *CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM* INJECTION IN MODERATE AND SEVERE DUPUYTREN CONTRACTURE: RETROSPECTIVE ANALYSIS OF RESULTS IN 682 ITALIAN PATIENTS

Giorgio Pajardi, Chiara Parolo, Lucrezia Baga

CHIRURGIA ARTICOLARE

- 44 TECNICHE DI SALVATAGGIO DELLA RADIO ULNARE DISTALE (PROTESI ESCLUSE)

Riccardo Luchetti, Andrea Atzei, Pier Paolo Borelli

- 58 DISTAL RADIOULNAR JOINT ARTHROPLASTY WITH A SEMICONSTRINED IMPLANT

Maurizio Calcagni, Lisa Reissner, Thomas Giesen

- 67 EVOLUZIONE DEL GOMITO E PATOLOGIE CORRELATE - ISPIRAZIONI PER UN DESIGN PROTETICO

Landino Cugola

CULTURA

- 73 **FILO-ONTOGENESI “SISTEMICA” DEL CARPO E IMPLICAZIONI CHIRURGICHE INNOVATIVE**

Gaetano Maurizio Grippi

- 91 **STATUTO**
(APPROVATO DALL'ASSEMBLEA STRAORDINARIA DI TORINO, 7 OTTOBRE 2011)

L'OSSIGENOTERAPIA IPERBARICA NEI TRAUMI COMPLESSI DELL'ARTO SUPERIORE

Franco Bassetto, Andrea Monticelli, Erica Dalla Venezia, Elena Pescarini, Cesare Tiengo
U.O.C. Chirurgia Plastica Ricostruttiva, Azienda Ospedaliera di Padova

Referente:

Andrea Monticelli, UOC Chirurgia Plastica Ricostruttiva – Azienda Ospedaliera di Padova
Via Nicolò Giustiniani, 2, 35128 Padova – E-mail: monticelli.andrea@gmail.com

HYPERBARIC OXYGEN THERAPY IN UPPER LIMB COMPLEX TRAUMA

SINTESI

INTRODUZIONE: I traumi complessi dell'arto superiore sono gravati da un alto tasso di complicanze, quali infezioni, disabilità, riduzione della funzionalità e della qualità di vita. Molti studi hanno dimostrato che l'effetto dell'Ossigenoterapia Iperbarica, come trattamento adiuvante, può ridurre il tasso di complicanze, accelerare il processo di guarigione e migliorare gli outcome a lungo termine. L'obiettivo del nostro studio è analizzare retrospettivamente i pazienti affetti da trauma dell'arto superiore sottoposti a trattamento di Ossigenoterapia Iperbarica, confrontando i risultati con la precocità dell'inizio del trattamento.

MATERIALI E METODI: Trentatré pazienti affetti da trauma dell'arto superiore sono stati sottoposti a trattamento di Ossigenoterapia Iperbarica. Abbiamo analizzato età, diagnosi all'ingresso, tasso di complicanze, insorgenza di comorbidità, numero e tipo di interventi di toilette e ricostruttivi, tempo d'inizio dell'Ossigenoterapia Iperbarica e numero di sedute.

RISULTATI: La maggior parte dei pazienti hanno iniziato l'Ossigenoterapia Iperbarica durante le prime 48 ore. Tra questi pazienti, l'incidenza di infezioni locali e di fallimento terapeutico sono stati inferiori, così come il numero di interventi ricostruttivi complessi necessari.

DISCUSSIONE: Il trattamento dei traumi complessi dell'arto superiore rappresenta oggi una sfida ardua anche per il chirurgo più esperto. L'Ossigenoterapia Iperbarica si è dimostrata in grado di migliorare gli outcome, specialmente se iniziata precocemente, e di semplificare il tipo di intervento chirurgico ricostruttivo necessario alla guarigione. A nostro avviso sarebbe auspicabile la produzione di linee guida per le indicazioni per l'utilizzo dell'Ossigenoterapia Iperbarica nel trattamento dei traumi dell'arto superiore. Crediamo inoltre che sia fondamentale porre l'accento sulla tempistica d'inizio.

Parole chiave: ossigenoterapia iperbarica, trauma, mano, chirurgia ricostruttiva

SUMMARY

INTRODUCTION: Upper limb complex injuries are associated with high rates of complications, such infection, disability, loss of functionality and quality of life. Several

previous studies have shown that Hyperbaric Oxygen therapy, as adjuvant treatment, can reduce the rate of complications, accelerate the healing process and improve long-term outcomes. The goal of our study is to analyse retrospectively the patients affected by upper limb injuries undergone Hyperbaric Oxygen therapy treatment, relating results with the beginning of the therapy.

MATERIAL AND METHODS: Thirty-three patients affected by upper limb injury undergone to Hyperbaric Oxygen therapy treatment. We evaluated age, diagnosis, complications, comorbidities, number and type of toilette and reconstructive procedures, time of beginning of Hyperbaric Oxygen therapy and number of sessions.

RESULTS: Most patients started Hyperbaric Oxygen therapy during the first 48 hours. Among these patients, the incidence of local infections and failures was lower. Moreover, the number of complex reconstructive procedures, needed at the end of Hyperbaric Oxygen therapy treatment, was lower among patients that started therapy earlier.

DISCUSSION: The treatment of upper limb complex injuries remains nowadays a hard challenge, even for the most skilled surgeon. Hyperbaric Oxygen therapy has been shown to improve outcomes, but especially if it is started early. Besides, it seems to simplify the type of surgical reconstruction needed. In our opinion, further guidelines on the use of Hyperbaric Oxygen therapy in upper limb injuries should be written specifying both indications and time to start Hyperbaric Oxygen therapy.

Keywords: hyperbaric oxygenation, injury, hand surgery, reconstructive surgery

INTRODUZIONE

La terapia iperbarica è definita come la respirazione, tramite circuito chiuso (maschere, tubi endotracheali ecc.), di Ossigeno Puro all'interno di speciali ambienti pressurizzati, nei quali la pressione è superiore a quella atmosferica. L'Ossigenoterapia Iperbarica (OTI) viene impiegata in numerosi ambiti clinici con uno squilibrio persistente fra richieste ed apporto/utilizzo di ossigeno. La durata, il numero di sedute e le modalità di applicazione sono difficilmente standardizzabili, poiché dipendono non solo dal tipo di patologia, ma anche dalle condizioni generali del paziente. Il trasporto dell'ossigeno, in condizioni di pressione atmosferica, è per il 98,5% ad opera dei globuli rossi e per il 1,5% disciolto nel plasma. È quindi indispensabile l'integrità dei vasi sanguigni, ed in particolare dei capillari, affinché i globuli rossi

possano giungere nei tessuti per esplicitare la loro funzione. L'esposizione a pressioni superiori a quella atmosferica aumenta la quantità di ossigeno disciolta nel plasma, raggiungendo, a 2 – 3 atmosfere assolute, valori 15 volte superiori al normale. Questi sono in grado di supplire interamente al fabbisogno cellulare, consentendo di ripristinare l'ossigenazione in aree dove la vascolarizzazione capillare sia stata severamente danneggiata, permettendo di prevenire i danni da ipossia. Effetti paralleli dell'OTI sono di aumentare la deformabilità dei globuli rossi [1], consentendo loro di passare più facilmente in tessuti danneggiati, ed evitare la redistribuzione del circolo sanguigno a favore dei tessuti ipossici e la vasocostrizione dei tessuti sani. Infine sono stati descritti effetti come: azione antibatterica, riduzione dell'edema post-traumatico, riduzione dell'effetto ischemia/riperfusio-

ne [2], promozione dei processi riparativi (collagenosintesi, neoangiogenesi [3,4]). Nelle lesioni da schiacciamento degli arti si può verificare un danno tissutale irreversibile a livello di cute, sottocute, tessuto muscolotendineo ed osseo. Il meccanismo patogenetico di questo insulto cellulare origina dalla lesione del microcircolo, con trasudazione, edema, ipossia ed ischemia. La riduzione della pressione parziale di ossigeno locale causa ulteriore edema ed ipoperfusione, creando un circolo vizioso che si perpetua fino al danno irreversibile. La ridotta tensione di ossigeno ($TO_2 < 30$ mmHg) riduce l'angiogenesi, compromettendo la guarigione fisiologica della lesione e la capacità litica dei neutrofili. Infine, nei tessuti che hanno subito uno schiacciamento, si può verificare il "danno da riperfusione": i cambiamenti dell'endotelio vascolare favoriscono l'adesione e la migrazione dei neutrofili e la produzione di radicali liberi dell'Ossigeno, con conseguente vasocostrizione severa, ischemia e ipossia. L'OTI contribuisce, in modo del tutto non invasivo, ad interrompere questo circolo vizioso. La sua efficacia sarà quindi tanto maggiore, quanto precocemente sarà iniziata.

Le attuali indicazioni all'uso dell'Ossigenoterapia Iperbarica in Chirurgia della Mano in Italia si rifanno al documento del 2015 prodotto dal SIMSI (Società Italiana di Medicina Subacquea e Iperbarica) [5], aggiornamento del documento congiunto prodotto nel 2006 dal SIMSI, SIAARTI (Società Italiana di Anestesia, Analgesia, Rianimazione e Terapia Intensiva) ed AN-CIP (Associazione Nazionale Centri Iperbarici Privati) [1].

Le indicazioni sono molto generiche e suddivise in due capitoli:

- 1) Lesioni da schiacciamento/traumatiche, Fratture a rischio;
- 2) Innesti cutanei e lembi a rischio.

Le lesioni traumatiche trovano indicazione quando presente mortificazione dei tessuti molli e dell'osso con zone più o meno estese di ipossia. Le fratture a rischio sono definite come le fratture esposte o le fratture a rischio di zone a vascolarizzazione terminale. Le lesioni da schiacciamento possono essere valutate tramite la classificazione Mangled Extremity Severity Score (MESS) [14] (Tabella 1). L'indicazione all'OTI viene data in caso di $MESS \geq 7$ in tutti i pazienti, in caso di $MESS = 5 - 6$ nei pazienti a rischio (diabete mellito, collagenopatie) ed in caso di $MESS = 3 - 4$ nei pazienti ad alto rischio (gravi patologie vascolari periferiche, patologie multiple). Le fratture esposte invece possono essere classificate secondo la Classificazione di Gustilo e Anderson [13] (Tabella 2), che prevede l'utilizzo dell'OTI in caso di frattura complicata da esposizione ossea, danno periostale e sofferenza dei tessuti molli o in caso di frattura associata a danno arterioso che richiede intervento chirurgico (Figura 1). Tuttavia, queste indicazioni sono generiche per tutti i distretti del corpo e, soprattutto, sono comuni sia all'arto superiore che all'arto inferiore.



Figura 1. Trauma da schiacciamento arto superiore destro, Gustilo III_c (dettaglio intraoperatorio).

Gli innesti cutanei ed i lembi a rischio trovano indicazione quando si stia instaurando una “sofferenza” del microcircolo e una condizione di ipossia. Nello specifico negli innesti e nei lembi peduncolati è indicata

ipossia. Nello specifico negli innesti e nei lembi peduncolati l’OTI è indicata quando è presente ipossia attorno al sito innestato o ricevente (TcPO₂ basale ≤ 30 mm Hg) entro 36 ore dall’intervento. Non vi è indi-

Tabella 1. Mangled Extremity Severity Score (MESS).

Tipo	Caratteristiche	Lesioni	Punti
Tipo di lesioni ossee e dei tessuti molli			
1	Bassa energia	Ferita netta, frattura semplice chiusa, ferita da proiettile di piccolo calibro	1
2	Media energia	Fratture multiple o esposte, lussazione	2
3	Alta energia	Ferita da arma da fuoco ad alta energia, esplosione	3
4	Danno massivo	Caduta da un albero, incidente ferroviario, schiacciamento	4
Tipo di shock			
1	Normoteso	Pressione arteriosa stabile	0
2	Ipotensione transitoria	Pressione instabile, ma responsiva all’infusione endovenosa di liquidi	1
3	Ipotensione prolungata	Pressione sistolica <90 mmHg responsiva all’infusione endovenosa di liquidi solo in sala operatoria	2
Tipo di ischemia			
1*	Assenza	Polso normale senza segni di ischemia	0
2*	Lieve	Polso ridotto senza segni di ischemia	1
3*	Moderata	Assenza di polso allo studio Doppler, refill aumentato, parestesie, diminuita motilità	2
4*	Grave	Assenza di polso, arto freddo, paralizzato, insensibile, assenza di refill	3
Età			
1	< 30 anni		0
2	30-50 anni		1
3	> 50 anni		2
*Moltiplicare per 2 i punti se l’ischemia persiste da oltre 6 ore			

Tabella 2. Classificazione di Gustilo e Anderson per le fratture esposte.

Tipo I	Frattura esposta con ferita di piccole dimensioni (< 1 cm), pulita
Tipo II	Frattura esposta con lacerazione > 1 cm, senza danno esteso dei tessuti molli o avulsioni
Tipo III	Frattura esposta con lacerazione > 10 cm, con esteso danno a carico dei tessuti molli o amputazione traumatica (nel Tipo III sono incluse categorie speciali come le fratture da arma da fuoco e le fratture esposte da incidenti agricoli)
III _A	Copertura dei tessuti molli adeguata
III _B	Perdita dei tessuti molli importante che richiede trasferimenti dei tessuti molli per ottenere la copertura ossea
III _C	Danno vascolare arterioso associato che richiede intervento chirurgico

cazione nei lembi liberi, in caso di trombosi arteriosa o venosa, se non dopo reintervento. Anche in questo caso le indicazioni sono generiche.

La carenza di linee guida per la Chirurgia della Mano fa sì che la gestione del paziente e l'indicazione all'OTI sia variabile da un centro all'altro. La presenza in letteratura di studi, per lo più isolati, riguardanti l'uso dell'OTI in altre patologie della mano, quali la CPRS, le lesioni diabetiche e microangiopatiche, stimola alla creazione di protocolli che consentano un uso consapevole ed un'evidence-based di questa risorsa. Scopo del nostro lavoro è analizzare retrospettivamente l'utilizzo dell'OTI presso la nostra Unità nella patologia traumatica della mano, rapportando i risultati alla tempistica di inizio.

MATERIALI E METODI

Tra il 2006 ed il 2015, 184 pazienti ricoverati e trattati presso la nostra Unità Operativa hanno avuto indicazione di trattamento OTI. Di questi, 97 erano pazienti con traumi a carico degli arti inferiori o superiori. 33 pazienti erano affetti da trauma a livello

lo dell'arto superiore. Di questi pazienti sono stati valutati: diagnosi all'ingresso (tipologia di traumatismo, schiacciamento o ferita a lembo e tipologia di tessuti coinvolti), età del paziente, comorbidità, insorgenza di complicanze infettive, numero di interventi di bonifica, numero di interventi ricostruttivi e loro tipologia, evidenziandone le complicanze, la tempistica dell'inizio dell'iperbarica (entro le 48 ore dal trauma o successivamente), il numero di sedute (Figura 2). È stata poi analizzata la complessità dell'intervento ricostruttivo in base al timing dell'inizio dell'iperbarica



Figura 2. Trauma da schiacciamento arto superiore destro dopo 15 sedute di HBO iniziate precocemente.

classificandola in: interventi ricostruttivi a bassa complessità (sutura diretta, innesto autologo), interventi ricostruttivi ad alta complessità (lembo peduncolato, lembo microchirurgico), insuccesso (amputazione secondaria) (Figura 3).



Figura 3. Trauma da schiacciamento arto superiore destro sottoposto a ricostruzione microchirurgica con lembo antero-laterale di coscia a 6 mesi di follow-up.

RISULTATI

Dei 33 pazienti analizzati (età media 39,2 anni), 31 erano maschi (età media 38,8) e 2 erano femmine (età media 33 anni). 7 pazienti presentavano, in anamnesi, ipertensione arteriosa nota, 7 pazienti riferivano di essere fumatori, 1 paziente era affetto da diabete mellito di tipo 2 e da ipertensione arteriosa. Di questi pazienti, 23 presentavano come meccanismo di lesione lo schiacciamento, associato in 8 casi a fratture, in 2 casi a sguantamento, in 1 caso ad avulsione delle dita (perdita di tessuti complessi), in 4 casi il meccanismo di lesione era rappresentato da ferite lacerocontuse associate a fratture, in 3 casi era rappresentato da strappamento (sguantamento o avulsione delle dita) ed in 3 casi da altre cause (iniezione di liquido bollente, folgorazione). Il numero di sedute medio di ossigenoterapia

iperbarica è stato complessivamente di 12,31 sedute per paziente (Tabella 3). In 26 casi l'OTI è stata iniziata durante le prime 48 ore dal trauma, nei restanti 7 casi è stata iniziata successivamente. In 11 casi si è sviluppata, nei giorni successivi al trauma, un'infezione locale dell'arto superiore, tuttavia la guarigione è stata raggiunta in tutti i casi prima della dimissione. In 29 casi sono stati necessari interventi chirurgici successivi al trattamento urgente, di cui 13 pazienti hanno richiesto un trattamento sia ricostruttivo che di bonifica, 4 pazienti hanno subito esclusivamente interventi ricostruttivi, mentre in 12 casi sono stati necessari solo interventi, singoli o ripetuti, di bonifica (toilette, terapia a pressione negativa). 2 pazienti hanno avuto bisogno di un'amputazione secondaria.

Il numero di interventi ricostruttivi effettuato è stato 17 (0,74 interventi per paziente) nei pazienti in cui il meccanismo di lesione era rappresentato dallo schiacciamento, associato a fratture, 4 nei pazienti in cui il meccanismo di lesione erano ferite lacerocontuse (1,33 per paziente), 1 nei pazienti che avevano subito sguantamento o avulsione ed 1 nei pazienti che avevano ricevuto altre diagnosi (0,33 per paziente) (Tabella 4).

Nei pazienti che hanno iniziato precocemente la terapia iperbarica, sono stati necessari 11 interventi ricostruttivi a bassa complessità (0,42 interventi per paziente), 4 interventi chirurgici ad alta complessità (0,15 interventi per paziente) e si sono verificati 4 casi di infezione (1 caso ogni 6,5 pazienti). Nei pazienti che hanno iniziato tardivamente la terapia iperbarica, sono stati necessari 3 interventi ricostruttivi a bassa complessità (0,43 interventi per paziente), 6 interventi ricostruttivi ad alta complessità (0,86 interventi per paziente), 2 insuccessi

Tabella 3. Tabella riassuntiva.

Diagnosi	Numero di pazienti	Insorgenza di complicanze infettive	Numero di interventi ricostruttivi	Numero di interventi di bonifica	Numero di sedute medio
Ferite lacerocontuse	4	1	2	5	10,25
Schiacciamento	12	4	10	20	12,7
Schiacciamento + fratture	8	1	3	8	13,63
Schiacciamento + sguantamento	2	1	3	3	16,5
Schiacciamento + avulsione	1	0	1	1	3
Sguantamento	2	1	3	1	15
Avulsione	1	0	1	1	20
Altre diagnosi (folgorazione, iniezione di liquido bollente)	3	3	1	8	8,67
Totale	33	11	24	47	12,56

si (0,29 insuccessi per paziente) e si sono verificati 4 casi di infezione (1 ogni 1,75 pazienti) (Tabella 5).

DISCUSSIONE

Non esiste ad oggi consenso unanime sull'efficacia dell'OTI nelle patologie traumatiche degli arti, come invece crush syndrome e sindromi compartimentali [6,7]. Il suo contributo non è facilmente misurabile, essendo il trauma complesso, difficile da standardizzare e da inserire in casistiche omogenee. Le attuali indicazioni sono generiche. La mano è un distretto che, per anatomia e tipologia di trauma, si differenzia molto dagli altri. L'utilizzo dell'OTI in que-

sta disciplina è spesso legato alle possibilità del centro e ad expert opinion piuttosto che a protocolli validati.

È una terapia generalmente considerata sicura e con pochi effetti collaterali [7]. I più gravi sono il barotrauma polmonare, reazioni avverse di alcuni farmaci ed i traumi legati all'incendio accidentale della camera iperbarica. Quelli minori sono invece disturbi visivi, di solito legati a trattamenti lunghi (sopra le 30 sedute [7]) e che per lo più si recuperano completamente nel periodo successivo. Il secondo effetto avverso più comune è il barotrauma causato dalla compressione generata dalla camera iperbarica, che può colpire ogni cavità corporea

Tabella 4. Tipo di diagnosi rapportata al numero di interventi ricostruttivi.

Diagnosi	Numero di pazienti	Numero di interventi ricostruttivi a bassa complessità (Innesti, Sutura diretta)	Numero di interventi ricostruttivi ad alta complessità (lembi pedunculati, liberi)	Numero di insuccessi (amputazioni secondarie)
Ferite lacerocontuse	4	1	1	0
Schiacciamento	12	4	6	0
Schiacciamento + fratture	8	2	1	1
Schiacciamento + sguantamento	2	3	0	0
Schiacciamento + avulsione	1	1	0	0
Sguantamento	2	1	2	0
Avulsione	1	1	0	0
Altre diagnosi (folgorazione, iniezione di liquido bollente)	3	1	0	1
Totale	33	14	10	2

piena d'aria. Il barotrauma dell'orecchio medio è il più frequente, essendo questa struttura anatomica circondata da pareti ossee non deformabili. La maggior parte dei casi sono comunque di lieve entità e con spontaneo e completo recupero. Meno frequentemente l'OTI si può associare a danni neurologici e convulsioni [7]. Nella nostra casistica, non si sono verificati effetti avversi in seguito all'OTI, dati paragonabili con quelli presenti in letteratura [7]. Tuttavia è una tecnologia caratterizzata da costi medio/alti e da un basso livello di evidenza scientifica [8].

Le azioni terapeutiche dell'OTI si esplicano attraverso numerosi effetti, tutti utili ai fini della guarigione nel trauma della mano [9]. Già una review del 1983, indica che nelle zone con bassa tensione di ossigeno si ha una riduzione dei fattori di crescita tissutali [10]. Nel modello animale, diversi studi hanno dimostrato l'aumento dell'osteogenesi, dovuto all'incremento dell'angiogenesi e del flusso sanguigno nel sito di frattura [11]. Yeh et al. [12] hanno riscontrato, sempre sul modello di laboratorio, che l'OTI ha un effetto positivo anche nel riparo tendineo e legamentoso, miglioran-

Tabella 5. Tipologia di intervento rapportata all'inizio dell'OTI.

Tempistica inizio OTI	Numero di pazienti	Numero di interventi ricostruttivi a bassa complessità (Innesti, Sutura diretta)	Numero di interventi ricostruttivi ad alta complessità (lombi pedunculati, microchirurgici)	Numero di insuccessi (amputazioni secondarie)	Infezione
Inizio precoce dell'OTI	26	11	4	0	7
Inizio tardivo dell'OTI	7	3	6	2	4
Totale	33	14	10	2	11

do l'organizzazione delle fibre collagene e la mineralizzazione delle fibrocartilagini, con aumento della resistenza tensile.

La nostra esperienza, applicata esclusivamente all'arto superiore, conferma l'utilità di questo trattamento e la bassa incidenza di complicanze. Tuttavia, il timing d'inizio della terapia iperbarica sembra essere il fattore più importante per ottenere il miglior risultato. Nella nostra casistica le uniche due amputazioni secondarie sono entrambe nel gruppo di coloro che hanno iniziato tardivamente l'OTI, inoltre, tra questi pazienti, anche l'incidenza di infezioni locali è stata superiore. Il dato che ci sembra più importante sottolineare, però, riguarda la complessità del trattamento chirurgico per ottenere il salvataggio dell'arto: mentre i pazienti di entrambi i gruppi hanno richiesto un numero simile di interventi ricostruttivi a bassa complessità, nel gruppo che ha iniziato precocemente l'OTI, il numero di interventi ricostruttivi ad alta complessità è stato di

gran lunga inferiore. Questo riduce i costi, i tempi chirurgici, la probabilità di insuccesso, il tempo di ospedalizzazione, il tempo dall'inizio di un trattamento riabilitativo e il numero di medicazioni e controlli postoperatori necessari. I limiti di questo lavoro sono la casistica poco numerosa e l'assenza di un gruppo di controllo. In conclusione, l'OTI è, nella patologia traumatica dell'arto superiore, una terapia di supporto utile e sicura. I costi, la disponibilità delle strutture e l'efficacia ancora poco chiara e misurabile, fanno sì che in molti centri di chirurgia della mano non venga utilizzata. La raccolta di casistiche più numerose, uniformi e multicentriche può portare alla stesura di lavori che dimostrino scientificamente l'efficacia di tale metodica ed alla produzione di protocolli condivisi e specifici per la chirurgia della mano. Tali indicazioni non dovrebbero riguardare solo le modalità e le indicazioni alla terapia, ma mettere l'accento sulle tempistiche di utilizzo.

BIBLIOGRAFIA

1. Rocco M, Ditri L, Brauzzi M, Vezzani G, Cucci L, Nasole E. Linee guida sulle indicazioni all'ossigenoterapia iperbarica. SIARTI, SIMSI, ANCIP; 2007.
2. Thom SR. Effects of hyperoxia on neutrophil adhesion. *Undersea Hyperb Med* 2004; 31(1): 123-31.
3. Niinikoski J. Current concepts of the role of oxygen in wound healing. *Ann Chir Gynaecol Suppl* 2001; 90 suppl 215: 9-11.
4. Hunt TK, Niinikoski J, Zederfeldt B. Role of oxygen in repair processes. *Acta Chir Scand* 1972; 138(2): 109-10.
5. De Iaco G, Infascelli RM, Nasole E, Zanon V. Linee guida sulle indicazioni all'ossigenoterapia iperbarica. SIMSI; 2015.
6. Eskes A, Vermeulen H, Lucas C, Ubbink DT. Hyperbaric oxygen therapy for treating acute surgical and traumatic wounds. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 Dec; (12): CD008059.
7. Bennett MH, Feldmeier J, Hampson NB, Smee R, Milross C. Hyperbaric oxygen therapy for late radiation tissue injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Apr; 4: CD005005.
8. Neves PC, Abib S de C, Neves RF, Pircchio O, Saad KR, Saad PF, et al. Effect of hyperbaric oxygen therapy combined with autologous platelet concentrate applied in rabbit fibula fraction healing. *Clinics (Sao Paulo)* 2013 Sep; 68(9): 1239-46.
9. Sergi G, Perissinotto E, Zucchetto M, Scomparin MA, Corbetti F, Coin A, et al. Long-term outcome of morphology and function after soft tissue injury of the forearm with vascular involvement. *Ann Vasc Surg* 2013 Jul; 27(5): 599-605.
10. Gospodarowicz D. Growth factors and their action in vivo and in vitro. *J Pathol* 1983 Nov; 141(3): 201-33.
11. Wu D, Malda J, Crawford R, Xiao Y. Effects of hyperbaric oxygen on proliferation and differentiation of osteoblasts from human alveolar bone. *Connect Tissue Res* 2007; 48(4): 206-13.
12. Yeh WL, Lin SS, Yuan LJ, Lee KF, Lee MY, Ueng SW. Effects of hyperbaric oxygen treatment on tendon graft and tendon-bone integration in bone tunnel: biochemical and histological analysis in rabbits. *J Orthop Res Orthop Res Soc* 2007 May; 25(5): 636-45.
13. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984 Aug; 24(8): 742-6.
14. Helfet DL, Howey T, Sanders R, Johansen K. Limb salvage versus amputation. Preliminary results of the Mangled Extremity Severity Score. *Clin Orthop Relat Res* 1990 Jul; (256): 80-6.

3D PRINTED REPLICA OF DISTAL RADIUS FRACTURE: WHY?

*Nicola Bizzotto**, *Massimo Corain**, *Andrea Leti Acciaro***, *Denis Romani****,
*Roberto Adani***, *Bruno Magnan****

* *UO Chirurgia della Mano, Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata Verona*

** *UO Chirurgia della Mano, Policlinico Università di Modena*

*** *Ortopedia e Traumatologia, Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata Verona*

Referente:

Nicola Bizzotto – UO Chirurgia della Mano, Policlinico GB Rossi, Piazzale Scuro, Verona – Dolomiti Sportclinic, Ortisei (BZ) – Tel: +39 045 8124473 – E-mail: info@nicolabizzotto.eu

LA STAMPA 3D DELLE REPLICHE DI FRATTURE DI RADIO DISTALE: PERCHÉ?

SUMMARY

The use of 3D printed replicas of distal radius fractures could improve surgeons' evaluation of patient-specific fracture by way of tactile and visual experience. Especially, they are a good tool in the surgical planning for a plate-fitting test and for patient communication and consent.

Keywords: 3D printing, distal radius fracture, planning, consensus, communication

SINTESI

L'utilizzo della stampa 3D per le fratture di radio distale può migliorare la comprensione della frattura in maniera molto più realistica. L'utilizzo delle repliche in scala 1:1 delle fratture può essere utilizzato nel pre-operatorio per pianificare la scelta della placca e per la comunicazione medico-paziente nell'ambito del consenso informato.

Parole chiave: stampa 3D, frattura, radio, planning, consenso

INTRODUCTION

3D printing, also known as additive manufacturing or “rapid prototyping”, is a low cost technology that uses a 3D computer representation to create solid objects from a feedstock material. Literature studies reports that 3D printed models for orthopedic conditions can improve surgeons’ evaluation of patient-specific anatomy and pathology by way of tactile and visual experience [1-4]. We present our experience using 3D printed models of replica of distal radius fractures.

MATERIALS AND METHODS

From November 2014 to May 2016, 42 patients with a distal radius fracture (AO classification, 23-A/B/C) eligible for surgery because of presence of displacement, dislocation of fragments and instability were enrolled. After CT scan, with a thickness of 0,625 mm, the 3D Reconstruction of the distal radius fracture obtained OsiriX Software (Pixmeo, Geneva, Switzerland), was exported to a “stereolithography” file (STL-file), which is widely used for rapid prototyping. This file was analyzed and prepared for printing with dedicated 3D software (Mesh Lab <http://meshlab.sourceforge.net>). A 3D-printing system Stratasys uPrint SE (Stratasys Ltd 7665 Commerce Way, Eden Prairie MN 55344 USA) and a ProJet 660 Color printer (3D Systems, Rock Hill, SC) were used to obtain the prototype. The 1:1 realistic replica was constructed after 6 h from the CT scan.

The models were evaluated by the surgeons and used for preoperative planning and selection and placement of osteosynthesis plate.

3D printed models were later used to illustrate the clinical situation and the procedure to the patients during the acquisition of the informed consent.

RESULTS

Patients reported an enthusiastic general appreciation about the use of this new technology in our hospitals with an improvement in comprehension of the fracture before and after seeing the 3D printed models. Surgeons rated the use of models most beneficial for articular fractures with articular gaps or steps of more than 2 mm or with a multi-fragmentary pattern with severe displacement (especially young surgeons and residents).

While surgical planning was not changed after checking the 3D printed models, the plates selected during pre-operative planning fitted perfectly during the operation.

DISCUSSION

The addition of 2D and 3D CT scan to radiographs led to improved diagnosis of fracture line comminution and involvement of the articular surface, articular gaps or steps. A 1:1 3D printed model provides an additional tactile and visual experience, increasing the appreciation of articular surface gaps of more than 2 mm with severe displacement of bony fragments. While in our study we did not notice any change on surgical decisions, evaluation of lesion and fracture displacement were generally improved. Additionally, the possibility to pre-operatively select the ideal plate was appreciated by surgeons, saved time during surgery and reduced x-rays exposure.

Considering the general trend to reduce health care cost and the increasing trend to sterile-packaged single-use kits for specific standard surgeries, 3D printing may open additional opportunities. Further studies with more patients should be conducted in the future to quantify the benefit and cost reduction in regard to OR time and expenses for sterilization.

Three-dimensional printed models are an innovative method to facilitate tangible pre-operative evaluation of the fracture pattern, help planning the surgical procedure and improve patient's compliance and communication.



Figure 1. 3D printed model of radius fracture with specific distal radius plaques.

REFERENCES

1. Tam MD, Laycock SD, Bell D, Chojnowski A. 3-D printout of a DICOM file to aid surgical planning in a 6 year old patient with a large scapular osteochondroma complicating congenital diaphyseal aclasia. *J Radiol Case Rep* 2012 Jan; 6(1): 31-7.
2. Wu XB, Wang JQ, Zhao CP, Sun X, Shi Y, Zhang ZA, et al. Printed three-dimensional anatomic templates for virtual preoperative planning before reconstruction of old pelvic injuries: initial results. *Chinese Medical Journal* 2015; 128(4): 477-82.
3. Esses SJ, Berman P, Bloom AI, Sosna J. Clinical applications of physical 3D models derived from MDCT data and created by rapid prototyping. *American Journal of Roentgenology* 2011; 196(6): W683-8.
4. Bizzotto N, Sandri A, Regis D, Romani D, Tami I, Magnan B. Three-dimensional printing of bone fractures: a new tangible realistic way for preoperative planning and education. *Surg Innov* 2015 Oct; 22(5): 548-51.

LESIONI TENDINEE. LA RIPARAZIONE DEI TENDINI FLESSORI IN ZONA 2

*Ombretta Spingardi**, *Maria Teresa Botta**, *Cesare Tiengo***

* *Centro di chirurgia della Mano “Renzo Mantero”, Ospedale San Paolo, Savona*

** *Chirurgia Plastica, Azienda ospedaliera di Padova*

Referente:

Ombretta Spingardi – Centro di chirurgia della Mano “Renzo Mantero”, Ospedale San Paolo, Savona
Via Genova 30, 17100 Savona – E-mail: ombretta.s@libero.it

FLEXOR TENDON INJURIES AT THE NO-MAN’S LAND

SINTESI

La riparazione dei flessori in zona 2 rappresenta una pratica quotidiana per i chirurghi della mano, rimanendo comunque un problema controverso per quanto riguarda l’esecuzione della tecnica chirurgica e del trattamento post-operatorio. L’esecuzione di una tecnica che consenta una riabilitazione immediata rimane il gold standard al fine di ridurre le complicanze legate al tipo di lesione e di trattamento e consentire il miglior recupero funzionale.

Parole chiave: lesione dei flessori, lesioni tendinee

SUMMARY

The flexor tendons repair in zone 2 still represents a daily but controversial argument for hand surgeons, because of problems about the different surgical techniques and post-operative treatment. Anyway, is well-established today the importance of the adoption of a tendon suture which allows an early rehabilitation, to avoid the main complications and achieve the best functional result.

Keywords: tendon repair, no man’s land injury, flexor tendons rehabilitation

INTRODUZIONE

Le prime tecniche di sutura tendinea descritte risalgono agli inizi del secolo scorso (Bunnell, 1918) [1], ma è solo a partire dagli anni '60 che si è diffuso consensualmente il concetto della riparazione primaria dei tendini flessori in zona 2, capovolgendo la tendenza consolidata alla riparazione secondaria, differita. Il cambiamento è da attribuirsi all'evoluzione delle conoscenze anatomiche dell'apparato tendineo e del canale digitale (compreso il sistema delle pulegge), della biologia e della riparazione dei tendini, del miglioramento dei materiali e dei mezzi di ingrandimento e quindi dello sviluppo di nuove tecniche chirurgiche di sutura tendinea. Il parallelo sviluppo delle tecniche di mobilizzazione precoce, associato alla riparazione immediata, hanno consolidato la convinzione che la riparazione precoce dei tendini flessori in zona 2 sia d'obbligo per garantire il migliore recupero della funzionalità dei tendini stessi. L'unica eccezione a tale regola è rappresentata dalle lesioni complesse, dove coesiste un danno tendineo associato a lesioni vascolo-nervose, ossee e perdita di sostanza cutanea: in tale caso soltanto, essendo la riabilitazione precoce non attuabile per la situazione clinica particolarmente delicata che antepone la sopravvivenza del segmento digitale interessato al suo recupero funzionale, la priorità non è rappresentata dal recupero tendineo.

MATERIALI E METODI

Esistono innumerevoli descrizioni di tecniche di sutura. Le caratteristiche comuni a tutte sono rappresentate dalla robustezza e dalla stabilità della sutura stessa, dall'utilizzo di un filo di sutura di calibro e materiale adeguato, dal corretto affrontamento dei monconi. Quest'ultimo ha lo scopo di

evitare torsioni del decorso longitudinale delle fibre tendinee e un possibile gap nella sede di affrontamento dei monconi tendinei stessi, cosa che compromette la resistenza della sutura stessa. Viceversa, anche una tensione troppo scarsa nell'affrontamento delle due estremità tendinee è da evitare, in quanto questo "bulking" compromette pesantemente lo scorrimento del tendine nel canale digitale. L'effetto visivo finale della sutura è quello di una superficie continua, liscia e omogenea, effetto che viene garantito anche dalla sutura epitendinea apposta circonferenzialmente dopo la sutura intratendinea.

Esistono diversi tipi di sutura intratendinea, definiti "core sutures". Queste comportano 2, 4 o addirittura 6 passaggi all'interno dei monconi tendinei al fine di garantire maggiore tenuta. Sono state descritte anche suture a 8 passaggi [2]. Rispetto alle "two-strands sutures", quelle a 4 passaggi garantiscono maggior resistenza e tenuta, e possono essere costituite dalla duplicazione delle classiche suture a due passaggi (Tsu-ge, Kessler, Kessler modificata Tajima per citarne alcune); ne costituiscono l'evoluzione. I passaggi intratendinei comportano l'esecuzione di anse che possono essere "locking" oppure "grasping"; in quest'ultimo caso l'ansa non viene bloccata da un punto intermedio eseguito prima di effettuare l'ansa successiva provocando una tendenza allo scivolamento del filo (e dell'ansa creata) lungo le fibre del tendine. Teoricamente, la sutura locking è da preferirsi alla grasping, ma ancora più importante della scelta del metodo sono un'adeguata scelta del filo, la corretta esecuzione della tecnica di sutura prescelta che prevede che le anse siano di calibro sufficiente per abbracciare una buona quantità di fibre tendinee e che vengano eseguite abbastanza

lontano (almeno 1 cm) dal sito di lesione, proprio per evitare una lacerazione longitudinale delle fibre con conseguente deiscenza e fallimento della sutura.

Per quanto riguarda la sede del nodo della sutura, vi sono elementi favorevoli e sfavorevoli sia che esso venga fatto cadere all'interno della sede di lesione (ulteriore materiale estraneo intratendineo) o all'esterno (altro elemento occupante spazio all'interno del canale digitale). Come già accennato sopra, la sutura epitendinea ha fondamentalmente il ruolo di favorire l'orientamento delle fibre tendinee e rimodellare il sito di sutura, anche se è comprovato che è anche in grado di aumentare la forza in corrispondenza della sede della sutura.

Vi è consenso nell'affermare che in zona 2, ove spesso si verifica la lesione del flessore superficiale e del flessore profondo, sia ottimale riparare entrambi, a meno che la lesione non comporti la perdita di sostanza di uno o di entrambi i tendini, al fine di garantire il maggior recupero di forza e di scorrimento. In particolare, il flessore profondo va sempre riparato anche quando il flessore superficiale non è riparabile; viceversa, se solo il flessore superficiale si può riparare, il moncone distale del flessore profondo viene utilizzato per effettuare una tenodesi oppure viene eseguita un'artrodesi d'emblée in lieve flessione dell'interfalangea distale. Talvolta può essere necessario sacrificare una delle due bendellette del flessore superficiale quando la duplice sutura crea un eccessivo impaccio all'interno del canale digitale.

La riabilitazione precoce rappresenta una tappa fondamentale per il recupero funzionale dopo lesione dell'apparato flessore. L'obiettivo è quello di ottenere precocemente il recupero ottimale del movimento attivo e lo scorrimento differenziato dei

flessori superficiale e profondo. Amadio [3] e altri Autori hanno indicato inoltre che tutto il percorso riabilitativo e il risultato del trattamento dipendano certamente dalla gestione dei primi giorni postoperatori [4,5], in quanto fattori di natura biologica e fisica influenzano già da subito la guarigione del tendine: tra i fattori fisici sarebbero essenziali l'attrito, la resistenza interna e il carico. L'attrito e le abrasioni della sutura sul tendine vanno rese minime, in particolare dai materiali di sutura, poiché le abrasioni causano aderenze, evidenti già dopo tre settimane. È inoltre necessario un maggior carico-tensione per vincere le resistenze dovute all'attrito nel promuovere il movimento.

La trazione nella direzione del movimento va associata immediatamente allo scorrimento ed è necessaria in quanto influenza la disposizione longitudinale e spirale delle fibre tendinee, favorendo la ricostituzione delle architetture fusiforme, non ingombrante e di maggior forza tensile.

Tang e Coll. [6] hanno approfondito quali forze ostacolano la flessione articolare durante lo scorrimento tendineo: nell'immediato postoperatorio sono legate all'edema e all'ematoma, alla posizione delle articolazioni, alla rigidità articolare, alla velocità dell'esercizio.

Sul versante articolare la cinematica dimostra che solo il movimento attivo consente il miglior rispetto delle dinamiche articolari di roll e glide e previene l'impingement della capsula e dei recessi articolari che causano trauma, dolore e rigidità.

Relativamente alla posizione delle articolazioni, la forza necessaria al movimento di IFP e IFD è maggiore se il polso viene mantenuto in flessione.

In un dito edematoso, in cui la resistenza al movimento attivo e allo scorrimento è au-

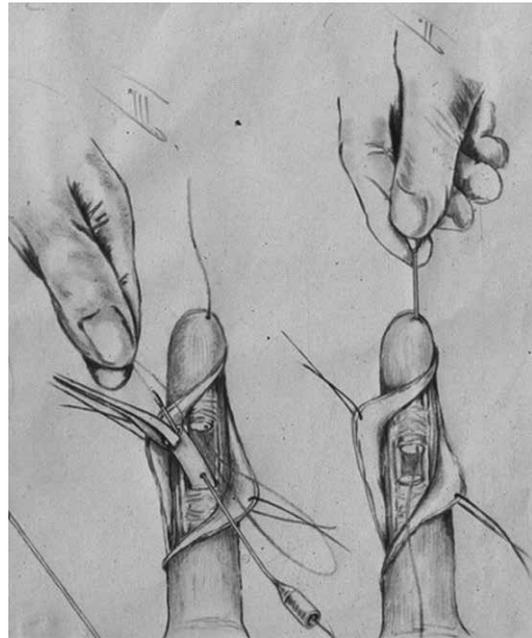
mentata, posizionare le MCP in eccessiva flessione quando si utilizza uno splint dorsale può causare impedimento alla flessione attiva di IPD e quindi allo scorrimento del flessore profondo. La posizione favorevole sarà col polso esteso tra 10 e 30° e le metacarpo-falangee a 30° di flessione. In particolare, l'estensione della metacarpo-falangea migliora quindi lo scorrimento differenziale e stimola la flessione dell'interfalangea prossimale.

Recentemente ha iniziato a prendere piede la tecnica di mobilizzazione "Partial Active Finger Flexion", proposta da Peck e van Strien in cui viene utilizzato un tutore dorsale a polso incluso e la flessione attiva aumenta di alcuni gradi ogni settimana. Peck propone inoltre un'ulteriore tecnica in cui il tutore non comprende il polso e la mobilizzazione, sostanzialmente passiva, avviene attraverso l'effetto tenodesi.

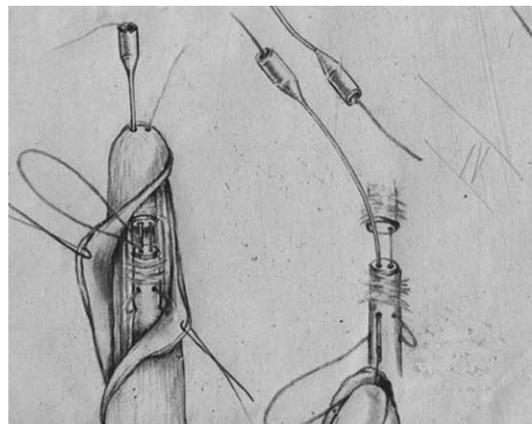
Ai meeting della IFSHT nel 2013 e dell'EFSHT del 2015 si è ormai consolidato il concetto che la mobilizzazione immediata in zona 2 è possibile ma con cautela, viene differita alla 3° giornata se è presente edema, deve essere necessariamente iniziata entro la 7° giornata. La posizione delle articolazioni influenza lo scorrimento differenziato dei tendini e la forza necessaria per il movimento: i tutori di protezione sono stati modificati per mantenere il polso libero o in estensione. I metodi si orientano verso la mobilizzazione attiva assistita con differenti modalità progressive.

Il pull-out merita invece un discorso a parte. Descritto da Bunnell nel secolo scorso, è stato ripreso pressoché contemporaneamente negli anni '70 da Brunelli e da Mantero [7] che associò alla tecnica chirurgica l'immediata mobilizzazione attiva. Il passaggio intratendineo (Figura 1 a,b) di tipo grasping è un two-stands e viene effettuato con nylon 2/0. La tensione della sutura viene

scaricata a livello del bottone in madreperla che viene posizionato sull'apice digitale, in corrispondenza del foro di uscita del filo da sutura che viene fatto passare nel canale digitale all'interno del capo distale del flessore profondo mediante duplice passaggio con ago da 20 Gauge (Figure 2,3). Laddove



a



b

Figura 1 a,b. Tecnica del pull-out come da disegno originale di Renzo Mantero.



Figura 2. Immagine intraoperatoria: viene eseguita la doppia ansa nel capo tendineo distale una volta reperito all'interno del canale digitale.



Figura 3. La sutura viene fissata al bottone di madreperla posto sull'apice del dito; la tensione dei nodi garantisce l'adeguato affrontamento dei monconi tendinei.

la lesione sia sempre situata in zona 2 ma in posizione più prossimale, ad esempio a livello della puleggia A2, è possibile utilizzare un ago da spinale di calibro analogo per poter effettuare il doppio passaggio del filo nel moncone tendineo distale. Una sutura epitendinea in PDS 4/0 o 5/0 completa la tecnica. L'intervento viene naturalmente eseguito in anestesia loco-regionale. Appena possibile, il paziente viene invitato a

mobilizzare attivamente il dito operato sia in flessione sia in estensione. Una semplice medicazione ricopre il bottone e la ferita chirurgica, senza alcuna protezione o contenzione. Dopo 35 giorni viene rimosso il pull-out e in tale periodo il range di movimento raggiunto dovrebbe essere pressoché normale e completo (Figura 4 a,b). Il vantaggio di tale tecnica è la facilità di esecuzione e di manutenzione, rendendola particolarmente adatta ad esempio ad essere utilizzata nei bambini, come nel caso mostrato nell'iconografia, dove l'utilizzo di tutori o di contenzioni troppo ingombranti è difficile da gestire. Nei numerosi lavori scritti da Mantero [8-10] e nella pratica clinica quotidiana, non sono riportati casi di infezione nella sede di uscita dei fili; tutt'al più si sono osservati fenomeni infiammatori o irritativi transitori creati, nelle settimane successive all'intervento, dalla pressione dell'unghia in crescita contro al bottone o dal decubito del bottone sull'apice digitale, a risoluzione spontanea. Ciononostante rimane una tecnica poco diffusa e utilizzata, soprattutto per l'ineleganza e l'"ineleganza" del bottone sull'apice digitale, venendo considerata "una tecnica utilizzata nel Sud dell'Europa" [11].

RISULTATI

Tra il 2005 e il 2008, presso il reparto di Recupero e riabilitazione funzionale dell'Ospedale di Savona, il secondo Autore (M.T.B.) [7] ha condotto uno studio in cui ha suddiviso in due gruppi i 44 pazienti sottoposti a riabilitazione dopo intervento di riparazione dei tendini flessori in zona 2, di cui 22 trattati con pull-out e 22 con two-strands suture ai quali è stato immediatamente applicato protocollo di mobilizzazione precoce di Kleinert o Duran. I pazienti sono stati valutati a 4, 6, 8 e 12 settimane



a



b

Figura 4 a,b. Alla rimozione del pull-out, in trentacinquesima giornata, è possibile apprezzare un recupero quasi complete della flessione e dell'estensione del dito operato.

dall'inizio del trattamento ed è stato possibile constatare che i pazienti trattati con la tecnica del pull-out hanno avuto un recupero più rapido del movimento attivo e della

forza di presa, sottoponendosi a un numero inferiore di sedute col terapeuta e lamentando minor dolore e limitazione funzionale. Il range di movimento e il recupero della forza di presa al controllo finale risultavano però del tutto sovrapponibili in entrambi i gruppi.

DISCUSSIONE

In letteratura sono ampiamente descritti i risultati di entrambe le tecniche combinate. L'utilizzo del sistema di immobilizzazione è, per fortuna, al giorno d'oggi praticamente abbandonato in quanto i risultati sono considerati inaccettabili per l'alto rischio di fallimento: la tenolisi, che si impone secondariamente, va considerata come extrema ratio e non come "normale" prassi, come invece la tecnica immobilizzante prevede. È imperativa una stretta collaborazione tra chirurgo e terapeuta per il conseguimento del miglior recupero possibile dopo la riparazione di una lesione dei flessori in zona 2. Solo la conoscenza della tecnica chirurgica impiegata consente al riabilitatore di effettuare l'adeguato trattamento. È ben associato il concetto che l'obiettivo sia quello di ottenere precocemente il recupero ottimale del movimento attivo e lo scorrimento differenziato di FDP e FDS.

La compliance del paziente è un altro elemento essenziale per il conseguimento del miglior risultato funzionale.

In conclusione, la mobilizzazione immediata è fondamentale per ottenere il miglior recupero possibile dopo la chirurgia dei tendini flessori. La perizia del chirurgo e del terapeuta e la loro stretta collaborazione, uniti all'affidabilità e all'impegno del paziente, sono indispensabili.

La tecnica immobilizzante dovrebbe essere ormai conclamatamente proscritta proprio per i risultati funzionali deludenti ben diffusi

in letteratura, i lunghi tempi di recupero e la necessità di un secondo intervento differito.

BIBLIOGRAFIA

1. Sailer JG. Flexor tendon injuries. Chapter 7. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH. Green's operative hand surgery. 6th edition. Churchill Livingstone, Philadelphia, 2011, pp. 189-205.
2. Tang JB, Xie RG. Biomechanics of core and peripheral tendon repairs. Section 1, chapter 4. In: Tang JB, Amadio PC, Guimberteau JC, Chang J. Tendon surgery of the hand. Elsevier Ed., Amsterdam, 2012, pp. 24-34.
3. Amadio PC. Friction of the gliding surface: implications for tendon surgery and rehabilitation. *J Hand Ther* 2005; 18(2): 112-9.
4. Chan TK, Ho CO, Lee WK. Functional outcome of the hand following flexor tendon repair at "no man's land". *J Orthop Surgery* 2006; 14(2): 178-83.
5. Tang JB. Indications, methods, postoperative motion and outcome evaluation of primary flexor tendon repair in zone 2. *J Hand Surg Eur Vol* 2007 Apr; 32(2): 118-29.
6. Tang JB, Xu Y, Wang B. Repair strength of tendons of varying gliding curvature. A study in a curvilinear model. *J Hand Surg Am* 2003 Mar; 28(2): 243-9.
7. Spingardi O, Rossello MI, Mantero R. Mantero's technique for flexor tendon repair. Chapter 18A. In: Tang JB, Amadio PC, Guimberteau JC, Chang J. Tendon surgery of the hand. Elsevier Ed., Amsterdam, 2012, pp. 203-7.
8. Mantero R, Bertolotti P, Badoini C. Il pull-out in "no man's land" e al canale digitale nelle lesioni dei flessori (metodo personale). *Riv Chir Mano* 1973-74; 11: 119-30.
9. Mantero R, Bertolotti P. La mobilizzazione precoce nel trattamento dei tendini flessori al canale digitale, *Revista Esp Chir Mano* 1975; 5: 35-43.
10. Grandis C, Rossello MI. Dieci anni di esperienza con il pull-out intertendineo nella chirurgia dei tendini flessori al canale digitale (zona 1-2): *Riv Chir Mano* 1988; 25: 43-9.
11. Elliot D, Southgate CM. New concepts in managing of the long tendons of the thumb after primary repair. *J. Hand Ther* 2005; 18(2): 141-56.

REVISIONE OLISTICA ED EPISTEMOLOGICA DEI PROCESSI DI RIGENERAZIONE E DI GUARIGIONE DELLE LESIONI DEI NERVI PERIFERICI

Giorgio Brunelli

Presidente Onorario della SICM – Presidente 1995-1998 della International Federation of Societies for Surgery of the Hand – Brescia

Referente:

Giorgio Brunelli – Località Campiani 77, 25060 Cellatica (BS) – E-mail: segreteria@midollospinale.com

HOLISTIC AND EPISTEMOLOGICAL REVIEW OF PERIPHERAL NERVE INJURY REGENERATION AND HEALING PROCESSES

SINTESI

Questo studio enfatizza il fatto che il danno neuro-muscolare comporta localmente una regressione filogenetica che si identifica “storicamente” nel processo riparativo, con l’intento di “ripartire” verso l’ottenimento della preesistente norma anatomico-funzionale.

Purtroppo, questo percorso, nel caso della paralisi muscolare da danno nervoso, è straordinariamente accidentato: la flogosi, la cicatrice, l’ischemia, la distanza, etc. impediscono il buon esito, nella maggior parte dei casi. Tuttavia, l’introduzione “innovativa” della Neurotizzazione Muscolare Diretta ha consentito di bypassare alcuni dei suddetti ostacoli, permettendo risultati ben difficilmente ottenibili con altre metodiche chirurgiche.

Parole chiave: rigenerazione nervosa, neurotizzazione muscolare diretta, unità motora gigante, neurotrasmettitori

SUMMARY

This study emphasizes the fact that the nerve-muscle damage locally involves a phylogenetic “regression” who identifies “historically” in the repair process, with the “start” intent to obtain the pre-existing anatomical and functional standard.

Unfortunately, in the case of muscle paralysis from damage nerve, this path is extraordinarily rugged: inflammation, scar, ischemia, distance, etc. prevent the successful outcome in the majority.

However, the introduction of “innovative” Direct Muscle Neurotization allowed to bypass some of these obstacles, allowing valid results, not easily done with other surgical methods.

Keywords: nerve regeneration, direct muscle neurotization, giant motors units, neurotransmitters

INTRODUZIONE

Da chirurgo, ho sempre cercato di conoscere a fondo il corpo umano sin nelle sue più fini strutture, in modo da poter mettere in atto gli interventi più idonei ed efficaci per la loro cura. Questo ha comportato, parallelamente alla mia attività chirurgica di routine, lo sviluppo di un'attività di ricerca che, in modo strettamente dipendente dai mezzi tecnologici a disposizione, mi ha portato, nel tempo, alla approfondita conoscenza del sistema nervoso periferico, delle sue funzioni, delle sue lesioni e delle cure possibili da mettere in atto per ripararle.

Non ero di certo il solo in questo percorso; al contrario, come spesso accade, quando i tempi sono maturi, eravamo in tanti. E ciascuno di noi, chi più chi meno, con il suo contributo ha cambiato il destino di milioni di persone al mondo affette da patologie del sistema nervoso periferico. Non è dunque affatto superfluo ripercorrere insieme parte di questo recente tragitto costellato da migliaia di studi sulle lesioni dei nervi periferici, sui loro processi di rigenerazione e di guarigione spesso condotti su animali diversi, su nervi diversi, con lesioni sperimentali diverse, con tempi di osservazione variabili, con metodi di valutazione dissimili.

Revisione olistica ed epistemologica intesa dunque come revisione globale e scientifica, al fine di migliorare il trattamento clinico delle lesioni nervose dei nervi periferici.

In tutta onestà, devo riconoscere che, per me, la scoperta della capacità della neuro-riparazione e neuro-rigenerazione del S.N.C. portata sino all'estremo contatto neuromuscolare *dove la chimica si trasforma in fisica e il pensiero in azione*, è stata la dimostrazione più significativa di quanto ogni piccola parte del corpo umano posseda in sé la primordiale capacità di cura, la disponibilità totale a trovare altre vie di "comunicazione" pur di non perdere il contatto con il tutto, pur di continuare a svolgere le funzioni per le quali era stata programmata.

Non è filosofia; è solo la logica deduzione di eventi, basati sull'evidenza scientifica, che si presentano davanti a chi, per necessità, aguzza l'ingegno e cerca soluzioni alternative ai problemi sino ad allora rimasti irrisolti.

MATERIALI E METODI

Così è stato con la *Neurotizzazione Muscolare Diretta* (Figura 1) quando, negli anni '70, alla ricerca di interventi che potessero ridare il movimento a muscoli denervati, dopo un'accurata revisione della letteratura [1-5], ho iniziato a lavorare ad un progetto di ricerca sperimentale impiantando direttamente nei muscoli denervati, un innesto nervoso connesso prossimalmente con un moncone del nervo proprio, o anche con un nervo diverso.



Figura 1. Esempio di neurotizzazione muscolare diretta. Nell'ingrandimento a destra è mostrato l'impianto nervoso utilizzato per l'operazione. Da notare le numerose terminazioni eseguite chirurgicamente.

Nel progetto originale, realizzato su 21 ratti Wistar (Figura 2), si asportava il nervo tibiale dal muscolo tricipite della sura ed in questo si impiantava il nervo peroneo il cui moncone veniva diviso, con tecnica microchirurgica, in numerose e fini terminazioni da distribuire il più ampiamente possibile

sulla superficie muscolare e a profondità diverse. Nella serie dei ratti così operati, a distanza di due mesi, ottenevo i seguenti risultati: la formazione di nuove placche motrici, il ritorno ad un buon trofismo del muscolo denervato e la sua contrazione, alla stimolazione del nervo (Figura 3).

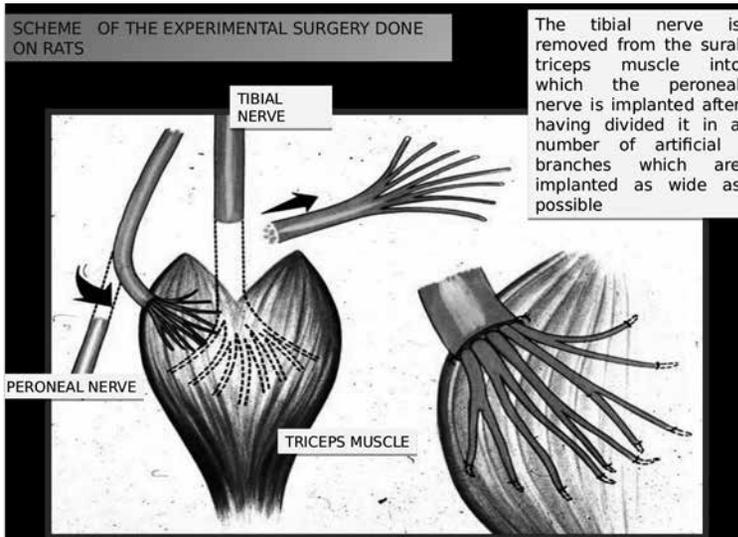


Figura 2. Disegno schematico dell'operazione di neurotizzazione muscolare diretta eseguita sui ratti. Viene mostrata l'asportazione del nervo tibiale dal muscolo tricipite della sura e l'impianto del nervo peroneo suddiviso terminalmente in numerosi filamenti al fine di essere distribuito nel modo più esteso possibile sulla superficie muscolare.

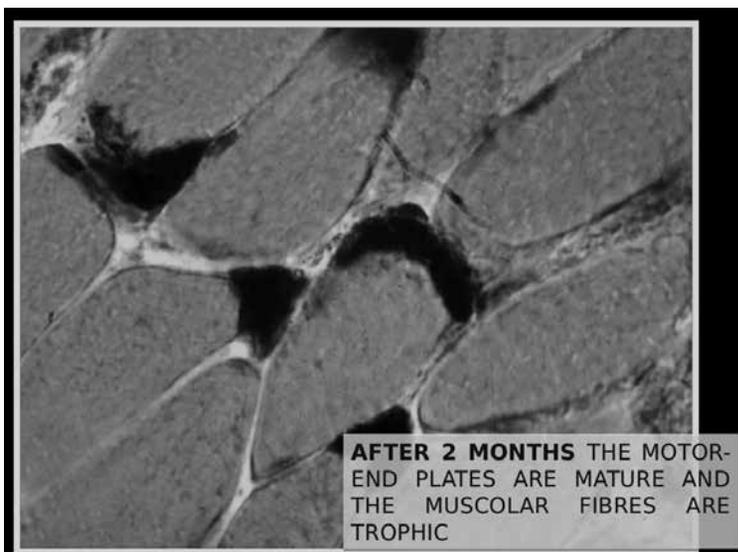


Figura 3. Particolare istologico in cui viene mostrato il trofismo delle fibre muscolari reinnervate a due mesi dall'operazione.

Il fenomeno della reinnervazione di un muscolo denervato avviene perché i recettori per l'acetilcolina, normalmente presenti solo a livello delle placche motrici, con la scomparsa di queste (Figura 4), si disseminano su tutta la superficie muscolare (Figura 5) per essere meglio disponibili ad accettare

una nuova innervazione, anche in siti ectopici e anche da nervi diversi da quelli originali. L'assone, motore rigenerante, entra così in contatto diretto col muscolo e vi forma nuove placche motrici costituite dal terminale dell'assone (senza le sue guaine) che contiene le vescicole dei neurotrasmettitori.

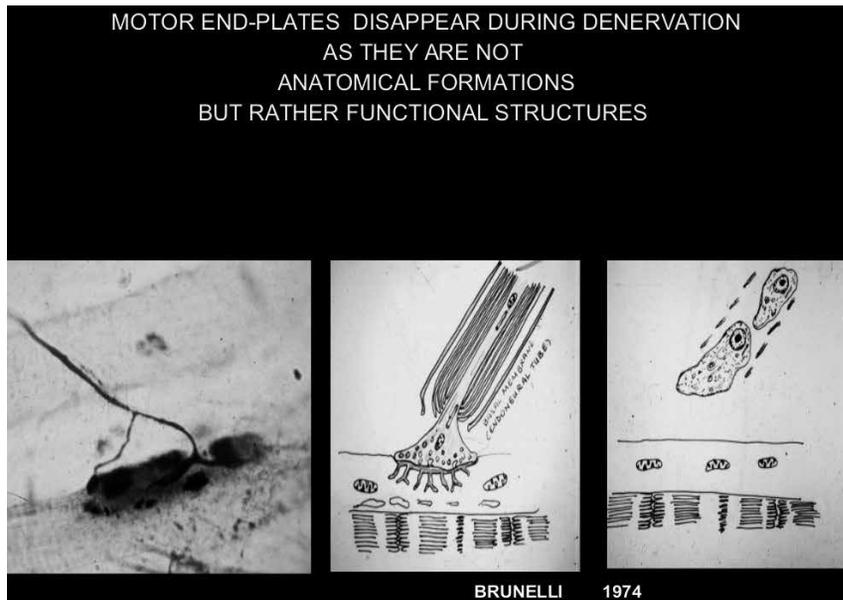


Figura 4. Disegno che mostra come le placche neuromuscolari scompaiono dopo la denervazione di un muscolo.

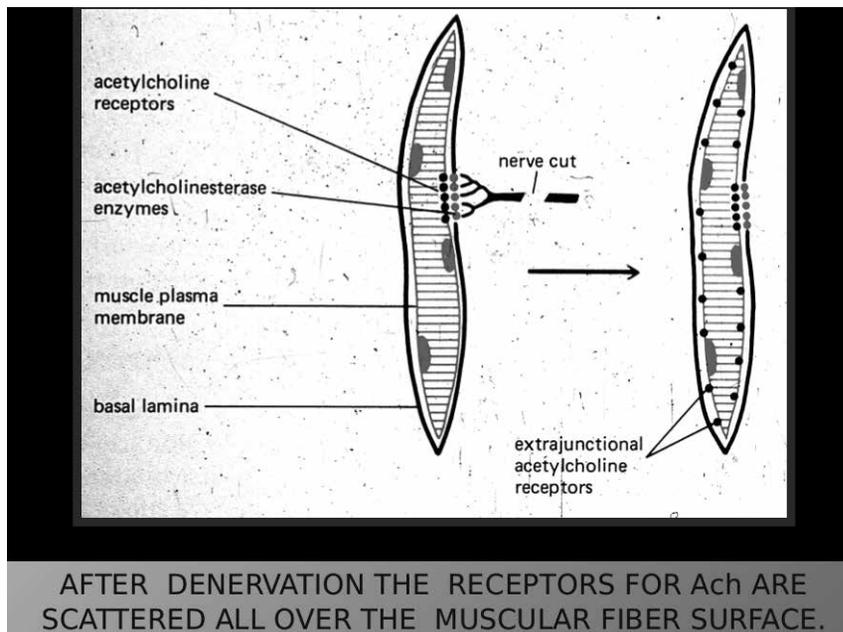


Figura 5. Disegno schematico che mostra la dispersione dei recettori per l'acetilcolina sull'intera superficie muscolare dopo la denervazione.

La membrana del muscolo, a sua volta, reagisce formando delle pieghe (folding) per aumentare la superficie di contatto con i neurotrasmettitori (Figura 6).

Gli assoni, che rigenerano, possono anche adottare fibre muscolari orfane dando così origine alle Unità Motorie Giganti. Questo avviene perché le fibre muscolari denerva-

te, attraverso particolari molecole (neural agrin) che favoriscono l'accorpamento dei recettori alla Ach [3-5] (Figure 7,8), esercitano un'azione chemiotattica a livello delle placche motrici e dei nodi di Ranvier [7]. Da queste zone, l'assone emette dei sottili rami (sproutings) che raggiungono le fibre del muscolo denervato. Ogni assone può

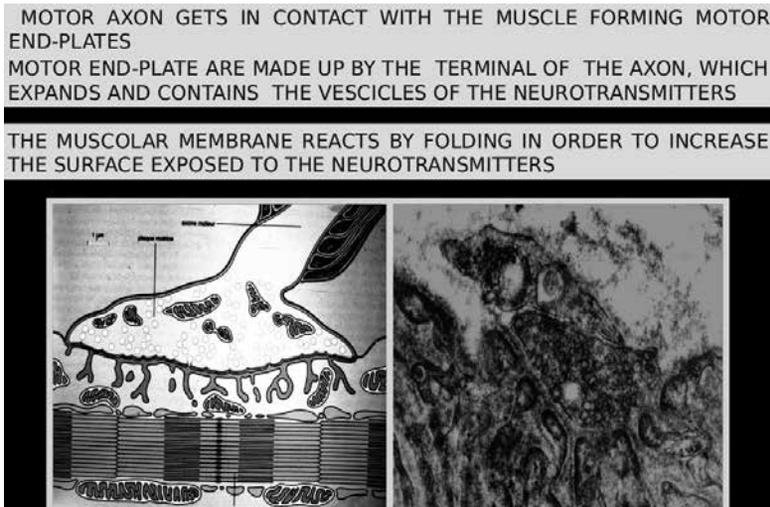


Figura 6. Disegno di una placca neuromuscolare e particolare microscopico della reazione muscolare al contatto con il nuovo terminale nervoso derivante dalla tecnica di neurotizzazione muscolare diretta. Da notare come la membrana muscolare reagisca ripiegandosi al fine di incrementare la propria superficie esposta ai neurotrasmettitori.

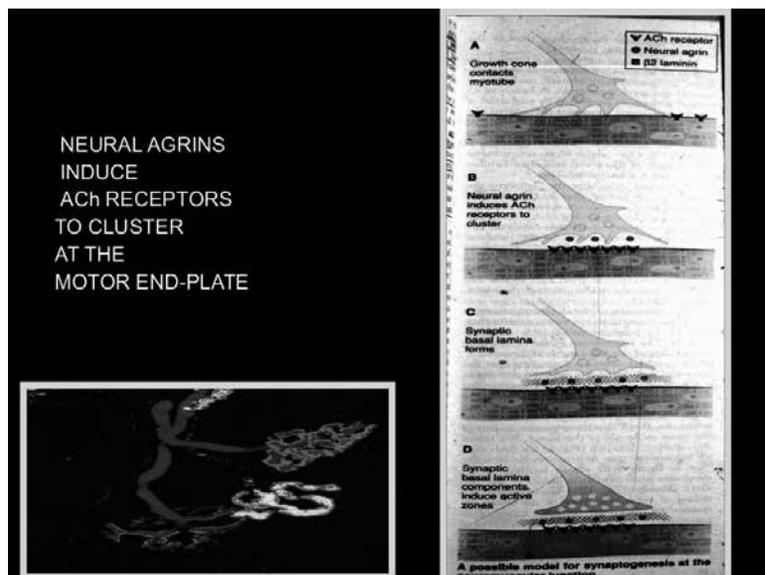


Figura 7. Accorpamento dei recettori acetilcolinici a livello della nuova placca neuromuscolare. Questa riorganizzazione sulla membrana muscolare viene indotta dalle agrine neurali.

NEURAL AGRIN MAKE THE ACh RECEPTORS GROUP TO FORM THE NEW MOTOR END-PLATE AND INCREASE THE FIBERS DEPENDING ON EACH NERVE TERMINAL, SO FORMING THE GIANT MOTOR UNITS.

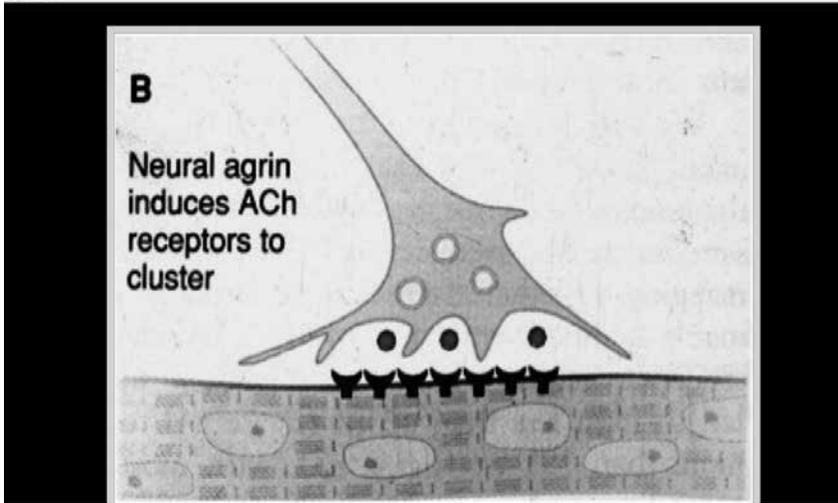


Figura 8. Particolare che mostra come le agrine neurali inducano sulla membrana muscolare la disposizione in cluster dei recettori per l'acetilcolina.

adottare 4/5 fibre e formare così una Unità Motoria Gigante (Figura 9). Questa, oggi è storia nota ma allora eravamo in pochi a conoscerla e ad usare questa *tecnica innovativa* per la soluzione di casi clinici anche estremi e con buoni risultati. Le indicazioni erano e, ancora oggi, sono: *l'avulsione del nervo dal muscolo, la rimo-*

zione traumatica o chirurgica della zona neurale del muscolo e le condizioni di denervazione di un muscolo (ancora trofico) che non permette l'utilizzo di innesti nervosi e la sutura nervosa termino-terminale. La Neurotizzazione Muscolare Diretta può essere usata in tutti i muscoli, a condizione che sia presente abbastanza tessuto musco-

THE REGENERATING AXONS ADOPT ORPHELIN MUSCULAR FIBERS WITH FORMATION OF GIANT MOTOR UNITS BECAUSE THE DENERVATED MUSCULAR FIBERS SEND OUT MOLECULES EXERTING A CHEMOTACTIC APPEAL ON THE NERVE FIBERS AT THE LEVEL OF RANVIER NODES AND AT THE MOTOR END PLATES. FROM THESE ZONES SOME AXONAL BRANCHES DEPART WHICH REACH THE DENERVATED MUSCULAR FIBERS

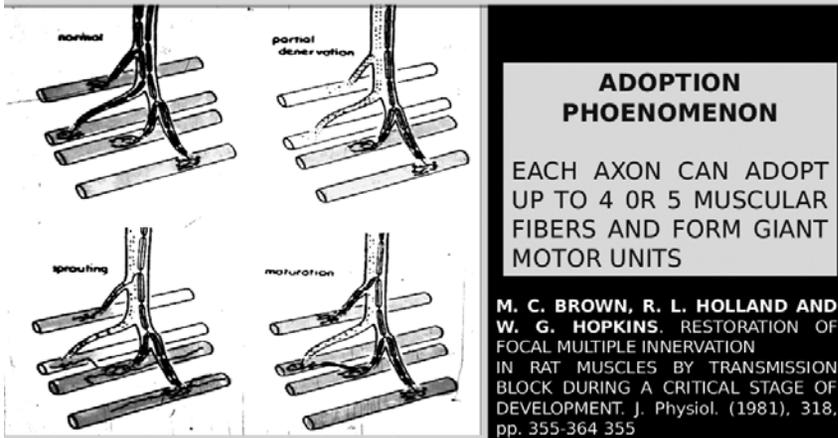


Figura 9. Fenomeno dell'Adozione. Le fibre muscolari denervate (orfane di collegamento nervoso) possono ricevere nuovi assoni rigeneranti all'interno dell'impianto nervoso innestato. Un assone può quindi adottare fino a quattro o cinque fibre muscolari creando così un'unità muscolare gigante.

lare (tale da garantire una contrazione efficace per un suo utile uso) e che si tratti di muscoli trofici e non affetti da atrofia come, per esempio, quelli da esiti di poliomielite. Questa ultima nota mi permette di ricordare che i primi esperimenti sull'impianto diretto dei nervi nei muscoli, furono fatti per la prima volta da Heineke [9] nel 1914 e successivamente da Erlacher, Steindler and Elsberg [10-12], neurotizzando per lo più muscoli paralizzati da esiti di polio, piuttosto che muscoli denervati.

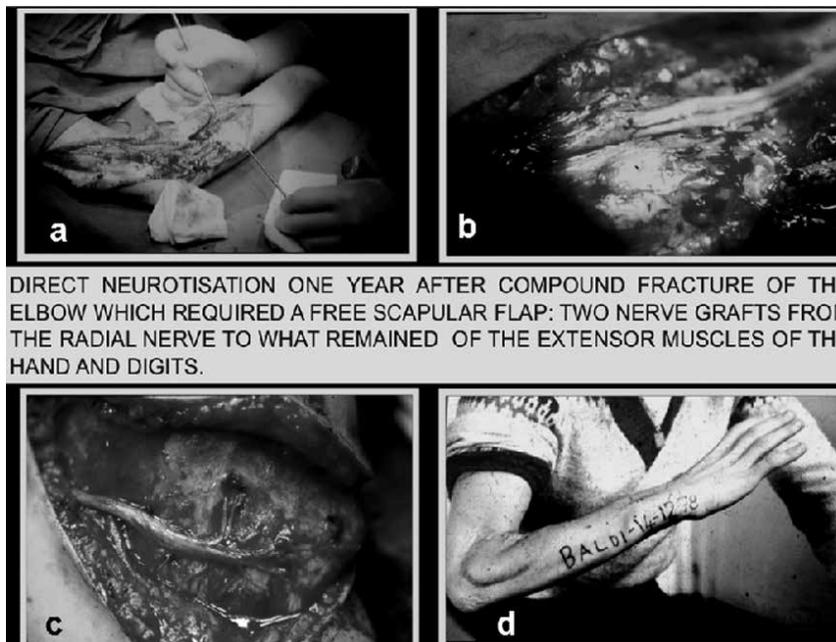
La severa mioatrofia dei muscoli trattati e la scarsa strumentazione chirurgica portarono a risultati così poveri da far perdere qualsiasi entusiasmo per questa tecnica che fu presto abbandonata, per essere ripresa più tardi da me e da altri colleghi. *Da tutto ciò, si evince che l'indicazione corretta per questo tipo di intervento è di fondamentale impor-*

tanza per ottenere buoni risultati, così come l'utilizzo di tecniche microchirurgiche.

CASISTICA

Caso 1: L'intervento di Neurotizzazione Muscolare Diretta fu eseguito ad un anno di distanza dal grave trauma. Il paziente aveva riportato grave frattura esposta del gomito e successiva artrite settica (riquadro a) che richiese intervento microchirurgico di lembo libero scapolare ritardando così la reinnervazione eseguita successivamente con due innesti nervosi di nervo surale, lunghi 22 cm., dal nervo radiale a ciò che rimaneva dei muscoli estensori della mano e delle dita (riquadro b); viene illustrata la Neurotizzazione Muscolare Diretta (riquadro c) e, a fianco, è mostrato il risultato finale (riquadro d) (Figura 10).

Caso 2: Neurotizzazione diretta del bicipite (Figura 11). Nel riquadro a sx, risultato



DIRECT NEUROTISATION ONE YEAR AFTER COMPOUND FRACTURE OF THE ELBOW WHICH REQUIRED A FREE SCAPULAR FLAP: TWO NERVE GRAFTS FROM THE RADIAL NERVE TO WHAT REMAINED OF THE EXTENSOR MUSCLES OF THE HAND AND DIGITS.

Figura 10. Fasi operative di un intervento di neurotizzazione muscolare diretta.

In a viene mostrata la grave frattura esposta del gomito e la successiva artrite settica nel paziente. In b i due innesti nervosi di nervo surale. In c la neurotizzazione muscolare diretta avvenuta. In d il braccio del paziente che mostra il risultato finale.

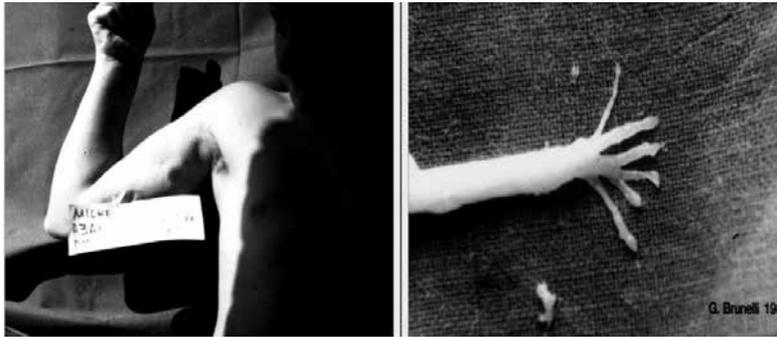


Figura 11. Neurotizzazione diretta del bicipite: a sinistra il braccio del paziente con trauma del plesso brachiale. A destra il particolare del nervo surale usato come innesto e della sua preparazione chirurgica in numerose e fini terminazioni sull'estremità diretta al muscolo.

a 2,5 anni in soggetto che aveva riportato trauma del plesso con lesione intraforaminali delle radici C5-C6-C7. La reinnervazione venne eseguita con due innesti di nervo surale (lunghi 20 cm), dal ramo anastomotico di C7-C8 al ventre prossimale del capo breve. Nel riquadro a dx, esempio di come l'innesto debba essere preparato (con tecnica microchirurgica) in numerose e fini terminazioni da distribuire il più ampiamente possibile sulla superficie muscolare e a diverse profondità.

RISULTATI

80 casi sono stati operati con questa tecnica; 68 di questi per lesioni agli arti superiori. In 55 casi su 68, la forza muscolare ottenuta era più di M3+ sino a M5; in 10 casi, la forza era tra M3 e M3+; solo in 3 casi la forza era meno di 3.

Da una inchiesta fatta, via e-mail tra tutti i colleghi che nel mondo utilizzavano la tecnica della neurotizzazione muscolare diretta, è emerso che i risultati erano molto soddisfacenti anche nei casi di denervazione muscolare da loro operati [6-8].

CONCLUSIONI

Questa valutazione ha dimostrato che i processi di rigenerazione dei nervi ricalcano,

in massima parte, quei processi di formazione dei nervi che si hanno nell'embrione o in animali molto più bassi nella scala evolutiva [13]. Le tappe di questo processo conducono a stimoli prodotti da molecole di superficie (delle cellule) o diffusibili (vari fattori neurotrofici) con trasmettitori e neuromodulatori che si alternano e che nelle sedi lesionate, derivano dal moncone distale e/o dai muscoli sofferenti.

In altri termini olistici ed epistemologici, il danno neuromuscolare comporta localmente una "regressione" filogenetica che si identifica "storicamente" nel processo riparativo, con l'intento di "ripartire" verso l'ottenimento della preesistente norma anatomico-funzionale.

Purtroppo, questo percorso, nel caso della paralisi muscolare da danno nervoso, è straordinariamente accidentato: la flogosi, la cicatrice, l'ischemia, la distanza, etc. impediscono il buon esito, nella maggior parte dei casi: per questo, serve l'atto chirurgico. In tal senso, crediamo che, con l'introduzione "innovativa" della Neurotizzazione Muscolare Diretta, alcuni dei suddetti ostacoli possono essere in parte bypassati, consentendo risultati ben difficilmente ottenibili con altre metodiche.

BIBLIOGRAFIA

1. Kuffler SW. Specific excitability of the end-plate region in normal and denervated muscle. *J Neurophysiol* 1943; 6: 99-110.
2. Katz B, Miledi R. Spontaneous subthreshold activity at denervated amphibian endplates. *J Physiol* 1959; 146: 44-5.
3. Miledi R. Acetylcholine sensitivity of partially denervated frog muscle fibres. *J Physiol* 1959; 147: 45-6.
4. Miledi R. The acetylcholine sensitivity of frog muscle fibres after complete or partial denervation. *J Physiol* 1960a; 151: 1-23.
5. Katz B, Miledi R. The development of acetylcholine sensitivity in nerve free segments of skeletal muscle. *J Physiol* 1964; 170: 389-96.
6. Brunelli G, Monini L, Antonucci A, Maraldi M. Neurotizzazione in zona aneurale di muscoli denervati. *Il Policlinico* 1976; 83: 611-6.
7. Brown MC, Holland RL, Hopkins WG. Restoration of focal multiple innervation in rat muscles by transmission block during a critical stage of development. *J. Physiol* 1981; 318: 355-64.
8. Brunelli GA, Brunelli GR. Direct muscle neurotization. *J Reconstr Microsurg* 1993; 9: 81-90.
9. Heineke D. Die directe einflanzung des nerfs in den muskel. *Zentralb Chir* 1914; 41: 465.
10. Erlacher P. Direct and muscular neurotisation of paralysed muscles. *Am J Orthop Surg* 1915; 13: 22.
11. Steindler A. The method of direct neurotisation of paralysed muscles. *Am J Orthop Surg* 1915; 13: 33.
12. Elsberg CA. Experiments on motor nerve regeneration and the direct neurotisation of paralysed muscles by their own and by foreign nerves. *Science* 1917; 45: 318.
13. Gritti A, Parati EA, Cova L, Frolichsthal P, Galli R, Wanke E, et Al. Multipotential stem cells from the adult mouse brain proliferate and self-renew in response to basic fibroblast growth factor. *Journal of Neuroscience* 1996; 16: 1091-100.

EFFICACY OF COLLAGENASE *CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM* INJECTION IN MODERATE AND SEVERE DUPUYTREN CONTRACTURE: RETROSPECTIVE ANALYSIS OF RESULTS IN 682 ITALIAN PATIENTS

Giorgio Pajardi, Chiara Parolo, Lucrezia Baga

Hand Surgery & Rehabilitation Department, Ospedale San Giuseppe Milano – Plastic & Reconstructive Surgery School, Università degli Studi di Milano

Referente:

Giorgio Pajardi, Hand Surgery & Rehabilitation Department, Ospedale San Giuseppe Milano – Plastic & Reconstructive Surgery School, Università degli Studi di Milano – Email: gpajardi@centrostudimano.it – Website: www.lachirurgiadellamano.it

EFFICACIA DELL'INIEZIONE DI COLLAGENASI DI CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM IN CONTRATTURE DI DUPUYTREN MODERATE E SEVERE: ANALISI RETROSPETTIVA DEI RISULTATI IN 682 PAZIENTI ITALIANI

SUMMARY

INTRODUCTION: Collagenase Clostridium Histolyticum was approved both in the United States and Europe as a non-surgical treatment for adults with Dupuytren contracture and has become a good alternative to surgical correction of Dupuytren contracture. Results on moderate contractures are known and broadly studied but in severe cases collagenase Clostridium Histolyticum seems to have less impressive outcomes in comparison to mild proximal interphalangeal joints joint and metacarpophalangeal joint contractures.

PURPOSE: To evaluate efficacy of collagenase Clostridium Histolyticum injections to treat severe fixed flexion contractures in patients with Dupuytren disease.

MATERIALS AND METHODS: In six years of experience we have treated 1265 patients with collagenase Clostridium Histolyticum. A total of 682 eligible Caucasian patients were enrolled in this study and 1042 joints were treated with collagenase. Patients were divided in two groups: group A that had just one joint treated and group B that had two joints treated in one session. Both group included patients with moderate and severe contractures. Patient satisfaction with treatment was assessed at the 30th day. The rating scale was very satisfied, quite satisfied, not satisfied.

RESULTS: Multiple efficacy endpoints were evaluated at 30 days follow up. Results were satisfactory for both moderate and severe contractures. When a single joint was treated per session clinical success was reached in 80,7%. After treatment the mean baseline passive joint contracture was -2° in the moderate cases (31° achieved from the initial contracture) and -7° in the severe cases (66° achieved from the initial contracture). 80% of patients were very satisfied, 18% satisfied and 2% not satisfied.

CONCLUSION: Our study supports the idea that collagenase *Clostridium Histolyticum* is effective both in severe and moderate contractures and can be extended to all cases independently of severity, as a gold standard for the treatment of Dupuytren disease.

Keywords: severe contractures, Dupuytren, multicord, collagenase, *Clostridium Histolyticum*

SINTESI

INTRODUZIONE: La collagenasi di *Clostridium Histolyticum* è stata approvata sia negli Stati Uniti che in Europa per il trattamento non chirurgico del Morbo di Dupuytren, come valida alternativa al trattamento chirurgico. Mentre sono ben noti i risultati sulle contratture moderate, si tende a porre dei limiti sull'applicabilità della collagenasi per le contratture severe in previsione di risultati meno soddisfacenti.

SCOPO: Valutare l'efficacia della collagenasi di *Clostridium Histolyticum* nel trattamento delle contratture severe in pazienti affetti da Morbo di Dupuytren.

MATERIALI E METODI: In sei anni di esperienza abbiamo trattato con collagenasi 1265 pazienti. In questo studio, abbiamo studiato l'efficacia della collagenasi di *Clostridium Histolyticum* in 682 pazienti italiani affetti sia da contratture moderate che gravi per un totale di 1042 articolazioni. I pazienti sono stati divisi in due gruppi: il gruppo A comprendente pazienti trattati ad una sola articolazione e il gruppo B trattato a due articolazioni per sessione. Entrambi i gruppi comprendevano pazienti con contratture moderate e gravi. La soddisfazione del paziente è stata valutata a 30 giorni dopo il trattamento secondo la seguente scala di valutazione: molto soddisfatto, soddisfatto, per nulla soddisfatto.

RISULTATI: Molteplici endpoints di efficacia sono stati valutati a 30 giorni di follow-up. I risultati sono stati soddisfacenti sia nelle contratture moderate che in quelle gravi. Il successo clinico è stato raggiunto nell'80,7% quando una singola articolazione è stata trattata. Dopo il trattamento la contrattura media articolare basale passiva era -2° nei casi moderati (31° raggiunti dalla contrattura iniziale) e -7° nei casi più gravi (66° raggiunti dalla contrattura iniziale). L'80% dei pazienti si è ritenuto molto soddisfatto, il 18% soddisfatto e il 2% non soddisfatto.

CONCLUSIONI: Il nostro studio supporta l'idea che la collagenasi di *Clostridium Histolyticum* è efficace sia in contratture moderate che gravi e può essere estesa a tutti i casi indipendentemente dalla gravità, come gold standard per il trattamento della malattia di Dupuytren.

Parole chiave: contratture severe, Dupuytren, multicorda, collagenasi, *Clostridium Histolyticum*

INTRODUCTION

Collagenase *Clostridium Histolyticum* (CCH) was approved both in the United States (US) and Europe (EU) for adults with Dupuytren contracture (DC) [18] for the non-surgical treatment of a single palpable cord during any 30-day treatment period and has become a good alternative to surgical correction of DC. Recently, Food and Drug Administration (FDA) and European Medicines Agency (EMA) expanded the indications for the use of the CCH to multiple cords concurrently among patients suffering from DC. The dose of 0,58 mg of this enzyme is demonstrated to be the effective dose to treat one palpable cord [16,17] and two doses of 0,58 mg (1,16 mg) are demonstrated to be safe if injected concurrently in the hand at one time in two cords or two different levels. Clinical, toxicology and immunology studies suggested safety with complete CCH bottle injection [21]. Safety with injection greater than 0,58 mg CCH was also determined with preliminary unpublished and exploratory published multicord studies, injecting two concurrent cords, each with 0,58 mg of CCH [4,10]. Indeed, FDA on February 24th, 2014 has accepted the Company's submission of the supplemental Biologics License Application, (sBLA) requesting approval of XIAFLEX for the treatment of two DC cords concurrently. In Italy because of the rules imposed by AIFA (Agenzia Italiana del Farmaco) that refund the vial only to patients afflicted with moderate contracture of a single joint once in a life for each hand, surgery continues to be the only choice for severe cases and multiple affected joints in multiple contractures on the same hand. However, surgery has been shown to be significantly associated with increased complications and long recovery, especially in

severe contractures and in cases involving 3 or more fingers which most likely need a more extensive operation [15]. Moreover, most of severe cases were not eligible to surgery too because surgical procedure was not indicated for a higher risk of complications due to comorbidities. Typically, complications associated with surgery may include digital nerve injuries, wound healing complications, dysesthesia or paraesthesia, infections and hematoma. Needle aponeurotomy is another treatment option for patients with DC that is less invasive than open surgery and has been shown to provide good outcome and satisfactory short term results. However, the recurrence rates associated with this technique are higher than those observed with collagenase injection and fasciectomy and many of the same complications of fasciectomy have been observed with needle aponeurotomy [12]. In this study, we investigated the efficacy of CCH in Italian patients with Dupuytren's moderate and severe contractures.

PATIENTS END METHODS

STUDY DESIGN AND PATIENT POPULATION

The inclusion criteria were as follows: Caucasian adults with diagnosis of Dupuytren's Disease (DD) clinically detectable through positive table top test (i.e. could not simultaneously place the affected finger and palm flat on a table) [6] who exhibited flexion contractures in one or two fingers other than the thumb [2] as a result of palpable cords (metacarpophalangeal joints (MPJ) between 20° and 90° inclusive; and proximal interphalangeal joints (PIPJ) between 20° and 120° inclusive). Patients deemed to be pregnant were excluded. Patients was divided in two groups: group A that had just one joint treated and group B that had two

joints treated in one session. Both groups included patients with moderate and severe contractures. No mild cases were included in the study (contracture less than 20° both in MPJ and PIPJ). Finger angles were passively measured by placing finger goniometer on the finger and in every case, PIP joint extension was measured with the MCP joint flexed to ensure that the flexor tendon and cord were slack. Up to a maximum 0,9 mg of CCH per person was administered in a single treatment without exceeding safe dose (two vials corresponding to 1,16 mg of enzyme). Efficacy was assessed at 30 days follow up.

TREATMENT

CCH was directly injected into the cord in the MPJ and PIPJ. Only one or maximum two joints (PIPJ and/or MPJ) on the same or on two different digits were treated in the same procedure. No thumb included. The dose for the treatment of a single joint was 0,58 mg [19]; the dose for the treatment of a double joint was 0,9 mg (the entire vial) because of the Italian regulation imposed by AIFA that let us use only one vial per patient in clinical practice. In group A 0,58 mg of enzyme was injected in multiple points along the cord. In group B the total quantity of a vial was divided into the 2 joints and distributed in multiple injection site along the cord. The passive extension procedure was done in sedation (Propofol) and local anaesthesia (Carbocaine 2%) administered as a metacarpal or wrist block before the extension procedure.

24 hours after CCH injection. Following manipulation, a custom-fabricated dorsal or palmar hand-based extension splint including only the injected finger was applied. The splint allowed for gradual and progressive extension of the PIP joint to

correct residual flexion contracture. Patients were instructed to wear the splint at night for four months. All patients underwent weekly therapy sessions in the first month after treatment and instructed how to care for their hands through massage and other techniques and carry out finger rehabilitation exercises up to 2 months after the extension procedure [9,13].

EFFICACY ASSESSMENT

Clinical success was defined as achieving a degree of contracture of 5° or less and clinical improvement was defined as a 50% or greater reduction in the degree of contracture compared with the baseline. The primary efficacy endpoint was the percentage of joints who achieved clinical success 30 days after the injection. The secondary efficacy endpoint was the percentage of joints that demonstrated clinical improvement 30 days after the injection. The tertiary efficacy endpoint was the average percentage of improvement in the degree of contracture from baseline. At 30 days follow up clinical success (primary efficacy endpoint), clinical improvement $\geq 50\%$ (secondary efficacy endpoint) and the average percentage of improvement from baseline in the degree of contracture of the joint (tertiary efficacy endpoint) were evaluated for moderate and severe contractures respectively in each group (A and B). The analysis of results in group A was done to assess efficacy of CCH in both moderate and severe contractures. The analysis of results in group B was done to study the efficacy of CCH on two joints in the same procedure comparing these results with group A. Results in moderate and severe contractures were compared in group B also. Patients satisfaction was collected using a VAS questionnaire at 30 days after treatment. The rating scale was very satisfied, quite satisfied, not satisfied.

STATISTICAL ANALYSES

Tests were done using a statistical significance level $\alpha=0,05$.

RESULTS

PATIENTS

A total of 682 eligible Caucasian patients were enrolled in this study and 1042 joints were treated with collagenase. The mean age of the patients was 66 years old with a minimum of 34 and maximum of 90. Approximately the 87,8% were male and 12,2% were female. 36% of the patients had a family history of Dupuytren contracture, 12% had a story of diabetes mellitus, 14% were treated for recurrence in presence of a new palpable retracted cord. "Recurrence was defined as a passive extension deficit (PED) of more than 20° for at least one of treated joint, in the presence of a palpable cord, compared to the result obtained at time 0. Time 0 occurred between 6 weeks and 3 months." [14]. A total 831 joints (80%) in 597 patients were controlled at 30 days follow up after treatment. 270 (45,6%) patients had just one joint treated (group A) and 327 patients (54,4%) had two joints treated in one session (group B). The total joints of group B was 561 (67,5%). Patients of group A received one single treatment for Dupuytren contracture with 0,58 mg of CCH injection. Patients of group B received one single treatment with 0,9 mg of CCH injection. 626 joints (75%) presented a moderate contracture (moderate PIP and MP range) and 205 joints (25%) presented a severe contracture (severe PIP and MP range) (Table 1). In all cases, the complications were considered minor and included digital swelling and ecchymosis, skin tears, skin blistering, and localized pruritus [3,5,7]. Skin tears were treated with local wound care, and all healed uneventfully.

There were no flexor tendon ruptures or annular pulley ruptures.

PRIMARY EFFICACY ENDPOINT

In group A clinical success was reached in 80,7% (86,1% among moderate (261 joints) and 59,3% among severe contractures (54 joints) (Diagram 1).

- The mean baseline passive joint contracture was -2° in the moderate cases (31° achieved from the initial contracture).
- The mean baseline passive joint contracture was -7° in the severe cases (66° achieved from the initial contracture) (Diagram 1.1).

In group B clinical success was reached in 77% (85,1% among moderate (410 joints) and 48,8% among severe contractures (151 joints)).

- The mean baseline passive joint contracture was -2° in the moderate cases (29° achieved from the initial contracture).
- The mean baseline passive joint contracture was -11° in the severe cases (66° achieved from the initial contracture) (Diagram 1.2).

SECONDARY EFFICACY ENDPOINT

In group A, the secondary efficacy endpoint was reached in 98,5% of cases (98,1% among moderate and 100% among severe). In group B, the secondary efficacy endpoint was reached in 95% of cases (96,1% among moderate and 92,1% among severe). There is no statistically significant difference for secondary endpoint between A and B (Diagram 2).

TERTIARY EFFICACY ENDPOINT

In group A, the average percentage of improvement from baseline in the degree of contracture of the joint (tertiary endpoint) was 92,3% 30 days after injection (93%

Table 1. Baseline Patient Characteristics.

Characteristics	TOTAL
Total patients [n (%)]	682 (100%)
Patients with 30 days follow up [n (%)]	597 (87,53%)
Patients enrolled in GROUP A [n (%)]	270 (39,59%)
Patients enrolled in GROUP B [n (%)]	327 (47,94%)
Total joints treated [n (%)]	1042 (100%)
Joints controlled at 30 days follow up [n (%)]	831 (79,75%)
Patients with follow up in GROUP A [n (%)]	270 (25,91%)
Patients with follow up in GROUP B [n (%)]	561 (53,84%)
Moderate contracture joints [n (%)]	626 (60,08%)
Severe contracture joints [n (%)]	205 (19,67%)
Mean age (years)	66
Male (%)	88%
Positive family history (%)	36%
Diabetes mellitus (%)	12%
Recurrence (%)	14%

among moderate, 89,8% among severe). In group B the tertiary endpoint was reached in 89,9% 30 days after injection (92,2% among moderate, 83,7% among severe). There is no statistically significant difference for tertiary endpoint between moderate and severe of group A and B (Diagram 3, Table 2).

PATIENTS SATISFACTION

Patients expressed their personal opinion and grade of satisfaction for the CCH treatment. 80% were very satisfied, 18% satisfied and 2% not satisfied. All the patients earlier treated with surgery expresses great satisfaction for the CCH because comparing

to fasciectomy injection was a quick, mini invasive, lower risk procedure with a fast return to daily life activity and work.

DISCUSSION

When one single joint is treated (group A) with the right dose of enzyme, results in clinical success are comparable to literature in moderate contractures (86,1%) [20]. Using the same dose in order to treat severe contractures, clinical success is observed in a minor percentage of patients (59,3%). But when we analyse the results for the secondary and tertiary endpoint in group A, we can see that there is no statistically significant difference in results (98,1% and 100%

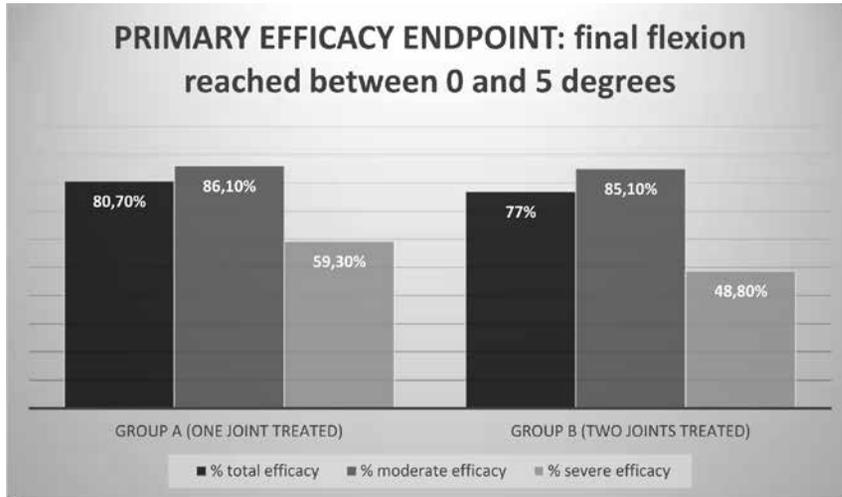


Diagram 1.

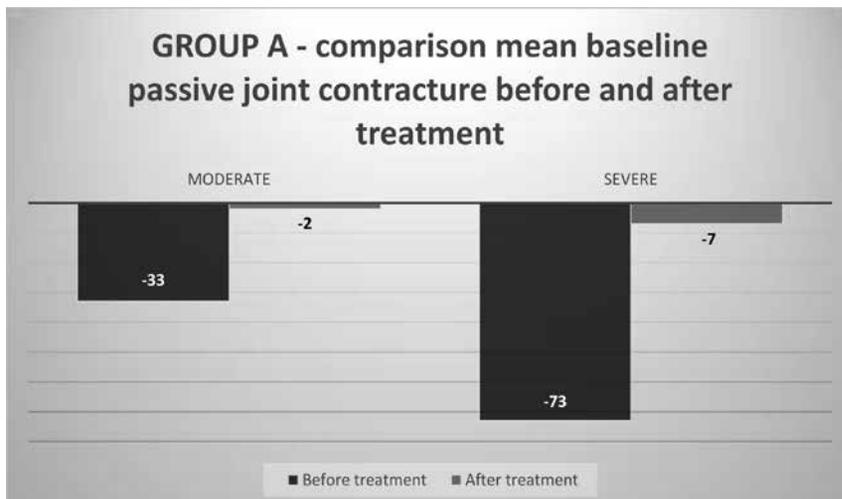


Diagram 1.1.

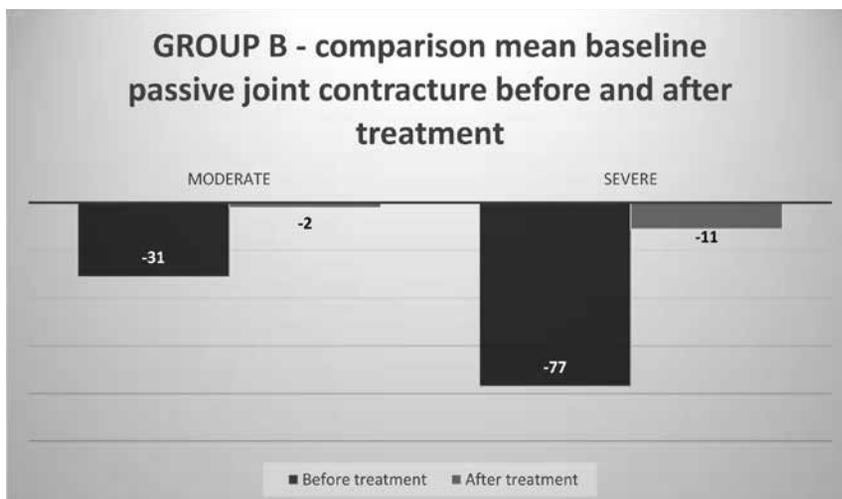


Diagram 1.2.

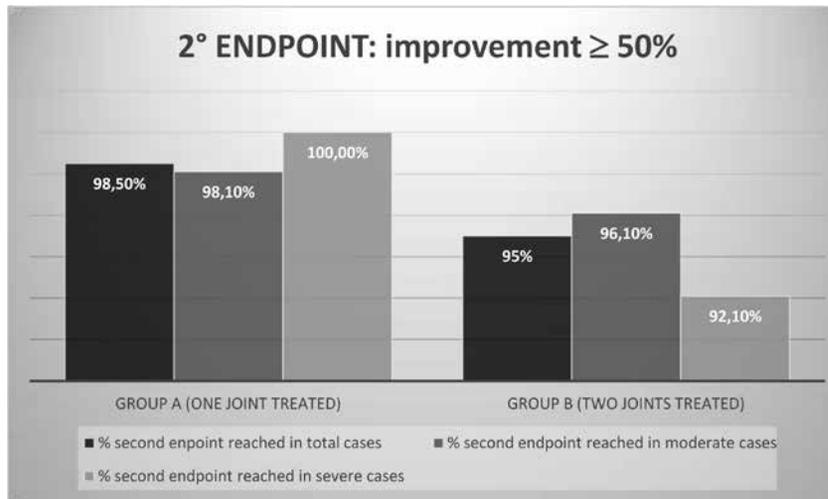


Diagram 2.

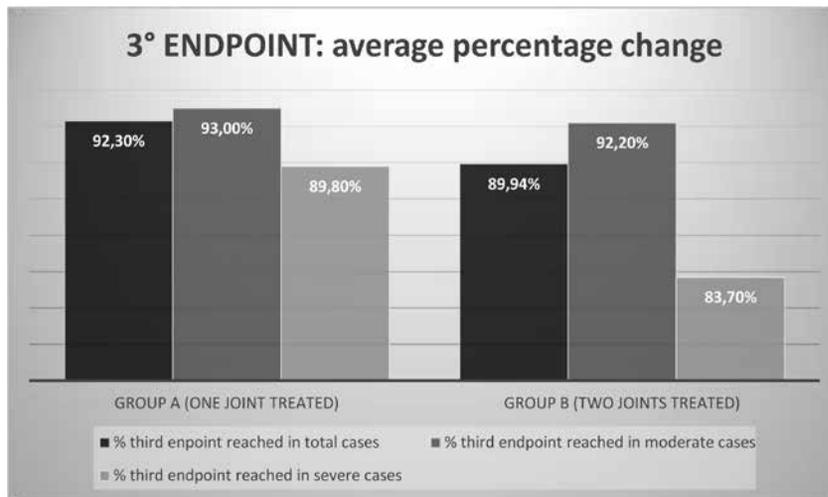


Diagram 3.

Table 2. Results.

ENDPOINTS	TOTAL GROUP A	MODERATE GROUP A	SEVERE GROUP A	TOTAL GROUP B	MODERATE GROUP B	SEVERE GROUP B
PRIMARY EFFICACY ENDPOINT [(%)]	80,7%	86,1%	59,3%	77,0%	85,1%	48,8%
SECONDARY EFFICACY ENDPOINT [(%)]	98,5%	98,1%	100,0%	95,0%	96,1%	92,1%
TERTIARY EFFICACY ENDPOINT [(%)]	92,3%	93,0%	89,9%	89,9%	92,2%	83,7%

respectively) between moderate and severe cases. The same can be noticed in group B. It can be observed moreover that in the majority of severe joints that didn't reach clinical success, the average final degree of contracture was 7° or less (compared to the range 0°-5° that defines clinical success) (CORD I, II [20]).

There is no statistically significant difference for tertiary endpoint between moderate and severe cases in both group A and B. Our study supports the idea that CCH is effective both in severe and moderate contractures and can be extended to all cases independently of severity as a gold standard for the treatment of Dupuytren disease.

Comparison of results in group A and B, support the EMA extension of two vials in one hand per treatment demonstrating that good results are achieved in the multicord and multilevel injection. The minimal difference among results of group A and B is due to the bias of the injected dose for the treatment of two joints. As shown before, we used 0,9 mg instead of 1,16 mg (two doses) because of the restriction to one vial per patient. We suppose, as confirmed by other studies, that using the right double dose results could be better and comparable in the two groups. A retrospective review published by RI Verheyden in 2014 [8] reports early outcomes of a sequential series of 144 patients with DC treated by an increased dose of CCH with a multicord technique. The author hypothesized improvement in efficacy, significant reduction in overall healthcare costs and no increase in patient morbidity. At the time of the study, the technique described was off-label and not FDA approved. For all the patients 0,78 mg of enzyme (0,20 mg additional CCH compared to the standard approved dose of 0,58 mg; in other term an increase of 14%)

was administered at one time. Compared with a standard 0,58 mg injection, the author reported no additional morbidity with injection of the entire CCH vial. Patients injected with the increased dose developed swelling, ecchymosis and tenderness at the injections site. No major complications as tendon ruptures, anaphylaxis or other severe adverse events were observed.

With the purpose of assess the safety and efficacy of two concomitant injections of CCH in the same hand to treat multiple Dupuytren flexion contractures, Coleman et al. published in the American Journal of Hand Surgery (2014) [4] a multicentre open-label phase 3B study on 60 patients who received two 0,58 mg CCH doses injected two joints in the same hand during the same procedure, followed by finger extension approximately 24 hours later. The concurrent injections were most commonly administered in cords affecting metacarpophalangeal (MP) and proximal interphalangeal (PIP) joints. The author concluded that two affected joints can be effectively and safely treated with concomitant CCH injections. High degree of patient and physician-rated satisfaction improvement were reported.

BioSpecific Technologies Corp., a pharmaceutical company developing Xiaflex/Xiapex, in November 2014 announced positive results from open label, Phase 3B MULTICORD (Multiple Treatment Investigation of Collagenase Optimizing the Resolution of Dupuytren's) study evaluating the concurrent treatment of adult Dupuytren contracture patients with multiple palpable cords. The study demonstrated that two concurrent injections of Xiapex in patients with multiple DC resulted in comparable improvement in joint contracture and range of motion to those seen in previous studies when CCH was administered as single injections, 30 days apart.

CONCLUSION

Our study and the most recent literature [1,11], support the idea that CCH is the future for DC until a genomic cure would be available for a complete recovery of the disease and no recurrence rate. Results of this study demonstrate that there is no clinical reason for limiting CCH indication only to treat a single cord and a single level per time. If CCH is a good alternative to surgery as proved, it should be available for all the patients eligible to surgery as an equal and available technique. The multi-level and multi-cord technique demonstrates improved patients' convenience by allowing one stage procedure and correction of all the contracture in one single time. Patient satisfaction is generally high, especially when patients are well informed about the technique, have reasonable expectations regarding outcomes and are informed about the risk of recurrence. Recurrence rates after CCH are comparable to surgery. Nevertheless, recurrence may occur in suitable cases retraction can be treated again with a second injection. Based on our data, we believe that CCH should be nowadays the first minimally invasive, non-surgical treatment for Dupuytren contracture where surgery was previously the only option.

REFERENCES

1. Badalamente M, Hurst L, Henz VR. Collagen as a clinical target: non operative treatment of Dupuytren's disease. *J Hand Surg Am* 2002 Sep; 27(5): 788-98.
2. Bendon CL, Giele HP. Collagenase for Dupuytren's disease of the thumb. *J Bone Joint Surg Br* 2012 Oct; 94(10): 1390-2.
3. Bulstrode NW, Lemec B, Smith PJ. The complications of Dupuytren's contracture surgery. *J Hand Surg Am* 2005 Sep; 30(5): 1021-5.
4. Coleman S, Gilpin D, Tursi J, Kaufman G, Jones N, Cohen B. Multiple concurrent collagenase clostridium Hystoliticum injections to Dupuytren's cords: an exploratory study. *BMC Musculoskelet Disord* 2012 Apr 27; 13: 61-8.
5. Denkler K. Surgical complications associated with fasciectomy for Dupuytren's disease: a 20-year review of the English literature. *Eplasty* 2010 Jan 27; 10: 116-33.
6. Leclercq C. Fasciotomy. In: Tubiana R, Leclercq C, Hurst LC, Badalamente MA, Mackin EJ. Dupuytren's disease. Martin Dunitz, London, 2000, pp. 132-9.
7. Sennwalk GR. Fasciectomy for treatment of Dupuytren's disease and early complications. *J Hand Surg Am* 1990 Sep; 15(5): 755-61.
8. Verheyden JR. Early outcomes of a sequential series of 144 patients with Dupuytren's contracture treated by collagenase injection using an increased dose, multi-cord technique. *J Hand Surg Eur Vol* 2015 Feb; 40(2): 133-40.
9. Skirven TM, Bachoura A, Jacoby SM, Culp RW, Osterman AL. The effect of a therapy protocol for increasing correction of severely contracted proximal interphalangeal joints caused by Dupuytren disease and treated with collagenase injection. *J Hand Surg Am* 2013 Apr; 38(4): 684-9.
10. Gaston RG, Larsen SE, Pess GM, Coleman S, Dean B, Cohen BM, et Al. The efficacy and safety of concurrent collagenase Clostridium Histolyticum injections for 2 Dupuytren contractures in the same hand: a prospective, multicenter study. *J Hand Surg Am* 2015 Oct; 40(10): 1963-71.
11. Hirata H, Tanaka K, Sakai A, Kakinoki R, Ikegami H, Tateishi N. Efficacy and safety of collagenase Clostridium histolyticum injection for Dupuytren's contracture in non-Caucasian Japanese patients (CORD-J Study): the first clinical trial in a non-Caucasian population. *J Hand Surg Eur* 2016 Jun 16.
12. Moschella F, Tripoli M, Pajardi G. Malattia di Dupuytren, aspetti clinici e terapie. Elsevier, Amsterdam, 2012.

13. Pajardi G. Chirurgia e riabilitazione della mano. Ed. Piccin, Padova, 2014.
14. Felici N, Marcoccio I, Giunta R, Haerle M, Leclercq C, Pajardi G, Wilbrand S, Georgescu AV, Pess G. Dupuytren contracture recurrence project: reaching consensus on a definition of recurrence. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2014 Dec; 46(6): 350-4.
15. David Warwick, Pajardi G. Dupuytren's disease. CG Edizioni Medico Scientifiche, Torino, 2015.
16. Warwick D, Arner M, Pajardi G, Reichert B, Szabo Z, Masmejean Eh, et Al. Collagenase *Clostridium histolyticum* in patients with Dupuytren's contracture: results from POINT X, an open label study of clinical and patient-reported outcomes. *J Hand Surg Eur Vol* 2015 Feb; 40(2): 124-32.
17. Warwick D, Arandes-Renù JM, Pajardi G, Witthaut J, Hurst LC. Collagenase *Clostridium histolyticum*: emerging practice patterns and treatment advances. *J Plast Surg Hand Surg* 2016 Sep 2; 50(5): 251-61.
18. Pajardi G, Badalamente MA, Hurst LC. Collagenase in Dupuytren's disease. Edizione Springer, Milano, in working.
19. RCP Xiapex Riassunto delle Caratteristiche del Prodotto, 05-2016.
20. Hurst LC, Badalamente MA, Hentz VR, Hotchkiss RN, Kaplan FTD, Meals RA, et Al. for the CORD I Study Group. Injectable collagenase *Clostridium histolyticum* for Dupuytren's contracture. *N Engl J Med* 2009; 361(10): 968-79.
21. Badalamente MA, Hurst LC. Efficacy and safety of injectable mixed collagenase subtypes in the treatment of Dupuytren's contracture. *J Hand Surg Am* 2007 Jul-Aug; 32(6): 767-74.

TECNICHE DI SALVATAGGIO DELLA RADIO ULNARE DISTALE (PROTESI ESCLUSE)

Riccardo Luchetti*, **Andrea Atzei****, **Pier Paolo Borelli*****

* *Centro di Chirurgia e Riabilitazione della Mano e dell'Arto Superiore, Rimini*

** *Fenice Hand Surgery and Rehabilitation Team, MediLAB, Treviso*

*** *“Alta Specializzazione in Chirurgia del Polso, Chirurgia della Mano”, 1a Divisione di Ortopedia e Traumatologia, Spedali Civili, Brescia*

Referente:

Riccardo Luchetti - Via Pietro da Rimini, 4 - 47923 Rimini - E-mail: riccardoluchetti53@gmail.com

SALVAGE PROCEDURES FOR DISTAL RADIO-ULNAR JOINT INJURY (PROSTHESIS EXCLUDED)

SINTESI

La radio-ulnare distale (RUD) permette la rotazione dell'avambraccio e la trasmissione delle forze di carico attraverso il polso. Patologie post-traumatiche o degenerative della RUD possono essere causa di dolore e limitazione di queste funzioni.

Esistono varie tecniche chirurgiche per risolvere queste condizioni di artropatia e/o instabilità della RUD. In questo lavoro viene presentata una rassegna completa dello spettro delle varie possibilità chirurgiche ad esclusione delle protesi. Queste procedure vengono discusse nel dettaglio, con particolare attenzione alle strategie per ottimizzare i risultati e per evitare complicazioni. Vengono, infine, prese in considerazione le possibili tecniche di trattamento delle complicazioni, sempre con lo scopo di migliorare il risultato.

Parole chiave: radio-ulnare distale, complicazioni, revisione chirurgica

SUMMARY

The distal radio-ulnar joint (DRUJ) allows the forearm rotation and the transmission of load forces through the wrist. Post-traumatic or degenerative diseases of the DRUJ can be the cause of pain and limitation of these functions.

There are various surgical techniques to solve these conditions of arthropathy and / or instability of the DRUJ. In this paper we present a comprehensive review of the spectrum of the various surgical options with the exception of implants. These procedures are discussed in detail, with a focus on the strategies to maximize the results and to avoid complications. Finally, the possible complications of the surgical techniques are taken into account with the aim to improve the result.

Keywords: distal radio-ulnar joint, complications, surgical revision

INTRODUZIONE

Le patologie della radio ulnare distale (RUD) non sono rare e sono di difficile gestione (Tabella 1). L'artrosi e l'instabilità della RUD, le due e più importanti patologie di questa articolazione, continuano ad essere un problema difficile e fastidioso, ed è per questo motivo che nel corso degli anni sono state presentate una varietà di tecniche chirurgiche per affrontare questo problema (Tabella 2) [1].

Lo scopo di questo studio è di rivedere le diverse procedure di salvataggio, ad esclusione

delle protesi, per le patologie della RUD affetta da rigidità o instabilità cronica dove ormai la ricostruzione non ha più diritto poiché si è venuta a creare una degenerazione articolare secondaria. Verranno anche trattate le instabilità del moncone ulnare secondarie ai precedenti trattamenti, considerate, quindi, come complicanze o sequele.

A tal proposito, prima di iniziare la disamina è giustificato definire alcuni termini che possono creare confusione. Attorno all'area della RUD possono venirsi a creare contatti

Tabella 1. Complicazioni del Trattamento Chirurgico della Radio Ulnare Distale.

1) Complicazioni Generali	Complicazioni chirurgiche della RUD
Ossee	Riassorbimento dell'ulna distale Ossificazioni eterotopiche Ulna fratturata
Tendinee	Rottura t. estensori Tendinite EUC e instabilità
Nervose	Nervo ulnare Branca dorsale nervo ulnare
Altre	Infezione CRPS
2) Resezione artroplastica dell'ulna distale	Conflitto radio-ulnare Conflitto stilo-ulnare carpale Pseudoartrosi radio-ulnare in Sauvé-Kapandji Ossificazioni eterotopiche del periostio dopo Sauvé-Kapandji
3) Protesi dell'ulna distale e della fossetta sigmoidea	Instabilità della RUD Degenerazione/ Erosione della fossetta sigmoidea Distacco componente ulnare Rottura delle componenti protesiche Dissociazione della protesi "overstuffing" articolare
4) Avambraccio con solo un osso	Pseudoartrosi
<i>Dal lavoro di Bain (18)</i>	

Tabella 2. Trattamento delle patologie associate con la Radio-Ulnare Distale.

Patologia	Trattamento
Instabilità Instabilità acuta Instabilità cronica o non riparabile Instabilità da insufficienza ossea	Riparazione della TFCC Ricostruzione della TFCC Osteoplastica od osteotomia
Patologia articolare Ulna positiva Vizio di consolidazione del radio distale Degenerazione isolata dell'articolazione dell'ulna Artrosi della RUD	Accorciamento dell'ulna Osteotomia del radio distale Resurfacing di ulna Protesi non vincolata della RUD
Instabilità e patologia articolare Artrosi dell'ulna con ricostruzione dei legamenti Artrosi della RUD con legamenti ricostruibili Artrosi della RUD senza legamenti ricostruibili Deformità ossea o perdita di osso	Protesi di ulna Protesi non vincolata della RUD Protesi semivincolata della RUD Protesi semivincolata della RUD
Impossibilità alla ricostruzione Infezioni, infezioni dopo protesi, tumori aggressivi	“One bone forearm” Ampia escissione dell'ulna
<i>Dal lavoro di Bain (18)</i>	

anomali fra le strutture scheletriche che vengono definite “conflitti”. In letteratura internazionale, in più occasioni vengono riportate le definizioni di “impingement” ed “impaction” della RUD. Abbiamo quindi pensato di dare una definizione corretta dei termini più comunemente usati per dissipare confusione con la speranza di consentire l'utilizzo di una terminologia standard (Figura 1). Per “impaction syndrome” ulnare [2] si definisce un conflitto della testa ulnare contro il complesso della fibrocartilagine triangolare (TFCC) e le ossa ulnari del carpo, con conseguente progressiva degenerazione osteoarticolare di queste strutture. La condizione può esser primitiva per ulna plus congenita o secondaria per accorciamento del radio distale o diafisario (vizio

di consolidazione) a seguito di frattura. Il termine da usare dovrebbe essere “conflitto ulno-carpale” (impaction ulno-carpale) per richiamare l'anatomia coinvolta (Figura 2). Per “impingement syndrome” ulnare [3] invece viene riportata una forma di contatto/conflitto fra moncone dell'ulna (resecata) e il radio distale. Ciò si verifica come conseguenza di una procedura tipo Darrach [4] o Sauve-Kapandji [5]. Questo quadro radiografico dovrebbe essere definito come “conflitto ulno-radiale” (impingement ulno-radiale) sempre per fare riferimento alle strutture anatomiche coinvolte (Figura 3). Per “impaction syndrome” stilo-carpale ulnare [6] si intende un contatto/conflitto fra una stiloide ulnare eccessivamente lunga e il piramidale, che causa una condromalacia,

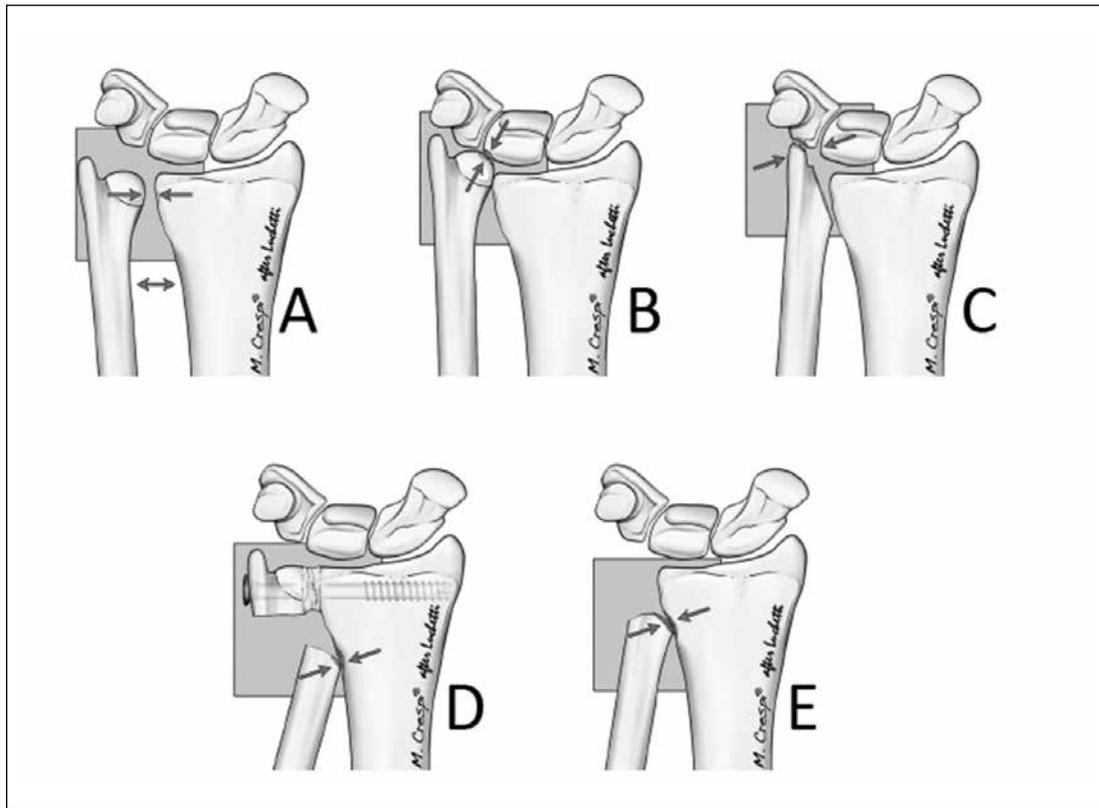


Figura 1. Complicazioni della RUD: A) instabilità; B) conflitto ulno-carpico; C) conflitto carpico; D) conflitto radio-ulnare in Sauv -Kapandji [5]; E) conflitto radio-ulnare in Darrach [4].

sinovite e dolore in tale sede. Questa condizione pu  venirsi a creare anche dopo resezione della testa dell'ulna secondo Bowers [7] e dovrebbe essere meglio definita come "conflitto stilo-carpale ulnare" (Figura 4). Purtroppo le forme d'instabilit  del moncone dell'ulna distale non sono solo queste: cio  non sono solo dovute alla traslazione radiale del moncone ulnare. Oltre all'instabilit  in senso radiale (con conflitto) esiste, quindi, l'instabilit  in senso antero-posteriore (Figura 5), ben pi  classica e frequente, che pu  esser solo o prevalentemente anteriore o posteriore o antero-posteriore. Per esser completi, esiste anche la forma multidirezionale, cio  l'associazione fra le

due forme (traslazione radiale del moncone dell'ulna e instabilit  antero-posteriore). Si capisce quindi come la testa dell'ulna sia importante ed una sua resezione comporti, talvolta, la comparsa di problemi secondari, difficili da risolvere.

Ricordiamo che l'evento traumatico, quando   causa di questa instabilit , pu  non fermarsi solo alla lesione del complesso legamentoso della RUD, ma colpire anche la membrana interossea nella sua interezza o in parte (solo la terminazione distale subito al di sotto della RUD) e questo rende ragione di alcuni fallimenti riparativi e ricostruttivi della RUD ed anche causa di sequele di queste tecniche di salvataggio.



Figura 2. Conflitto ulno-carpico in vizio di consolidazione del radio distale. Le frecce nere evidenziano la sede del conflitto.

TECNICHE DI RESEZIONE

L'escissione artroplastica (Darrach, Sauvé-Kapandji e l'emi-resezione dell'ulna distale) per la gestione di patologie complesse del radio-ulnare distale, è una tecnica ben conosciuta. Tuttavia, con queste tecniche non si riproduce mai la cinematica della RUD, spesso compare dolore e a volte instabilità del moncone ulnare.

Resezione della testa dell'ulna (Darrach)

La tecnica di Darrach [4] comporta la resezione dell'ulna distale. Per eseguire la tecnica si può procedere con accesso dorsale (classico), laterale o volare in rapporto



Figura 3. Conflitto radio-ulnare in esito di intervento di Darrach [4]. Le frecce nere e bianche evidenziano la sede del conflitto.

alle condizioni. È possibile anche eseguire la tecnica in posizione verticale allo scopo di avere un miglior allineamento anatomico delle strutture. La tecnica classica prevede, in posizione orizzontale con polso in pronazione sul tavolo operatorio, un accesso dorsale con esposizione della testa dell'ulna al di sotto del legamento triangolare. La resezione della testa avviene a carico del collo lasciando il moncone dell'ulna il più distale possibile, meglio se ancora nella fossetta sigmoidea, per un problema di stabilità. La stiloide dell'ulna può esser lasciata in continuità con il complesso legamentoso ulnare in cui risiede il legamento triangolare oppure asportata lasciando in sede il complesso legamentoso. La capsula articolare



Figura 4. Conflitto stilo-carpale in esito di intervento di Bowers [7]. La freccia bianca evidenzia la sede del conflitto.

dorsale precedentemente preservata viene risuturata sul margine ulnare del radio a copertura del moncone con funzione di stabilizzazione. Una resezione più prossimale apre le porte ad una instabilità del moncone prossimale. L'indicazione è valida per artropatie degenerative della RUD. Possiamo trovarci di fronte a tre evenienze clinico-radiologiche:

- 1) artropatia con rigidità della RUD e con instabilità clinicamente apprezzabile nel preoperatorio;
- 2) artropatia con rigidità senza instabilità della RUD;
- 3) artropatia con instabilità "coperta". Se coesiste un'instabilità della RUD in associazione all'artropatia degenerativa si può incorrere in una facile instabilità

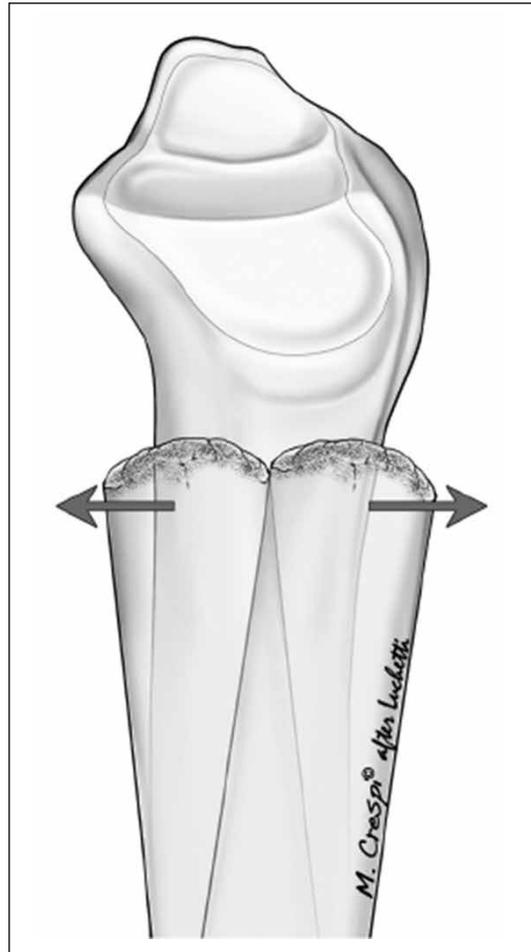


Figura 5. Instabilità della RUD in senso antero-posteriore (forma più frequente).

del moncone prossimale dell'ulna nonostante la procedura sia eseguita correttamente. In questi casi è bene associare tecniche di stabilizzazione del moncone dell'ulna (vedi dopo). Nelle forme di artropatia della RUD con rigidità e senza instabilità i risultati sono migliori in termini di recupero della pronosupinazione e di mantenimento della stabilità del moncone. Raramente un'artropatia con rigidità della RUD si associa a instabilità "coperta". Questa associazione è difficilmente valutabile nel pre-opera-

torio, come anche durante l'intervento, e spesso si soprassiede al suo trattamento. Il trattamento della sola artropatia può esporre quindi un'instabilità mascherata del moncone dell'ulna non preventivata, fastidiosa per il paziente a tal punto che può richiedere la risoluzione mediante trattamento chirurgico secondario (tecniche di stabilizzazione).

La tecnica di Darrach è stata da molti abbandonata poiché può produrre dolore e clunking nella rotazione dell'avambraccio a causa del conflitto ulno-radiale (Figura 3). L'instabilità del moncone distale dell'ulna si è vista più frequentemente nei pazienti dove si è eseguita un'abbondante resezione dell'ulna [8] o in casi di lassità legamentosa generalizzata e in pazienti giovani [3,9] con maggiori richieste funzionali. L'incidenza varia dall'8% al 50%. La tecnica di Darrach, quindi, non è consigliata nei pazienti giovani e con lassità o instabilità preesistente. È consigliabile, invece, in casi di forte rigidità della RUD con grave alterazione dell'articolazione, ma senza instabilità, purché venga eseguita con resezione minima mantenendo la parte terminale del moncone dell'ulna a livello della fossetta sigmoidea. Può esser usata con successo in pazienti anziani e/o con artrite reumatoide. A causa della preoccupante sequela riguardando l'instabilità del moncone, sono state proposte tecniche di stabilizzazione che vanno da un'avvolgimento del moncone stesso con fascia lata [10] a lembi tendinei dal flessore ulnare del carpo (FUC), dall'estensore ulnare del carpo (EUC) o entrambi [11,12]. Blatt e Ashworth [13] hanno descritto il fissaggio del moncone distale dell'ulna alla capsula volare del polso. Con l'utilizzazione della Darrach è stato sollevato tra l'altro il rischio di una possi-

bile traslocazione ulnare del carpo. È molto improbabile che si verifichi questo fenomeno poiché il complesso carpale è mantenuto in sede da un sistema legamentoso volodorsale della parte ulnare del carpo che di solito non è coinvolto nel danno della RUD e quindi è integro. La traslazione ulnare del carpo può accadere in casi rari, gravi e complessi dove questo sistema legamentoso è compromesso come ad esempio nell'artrite reumatoide o nei traumi complessi [7].

Nelle forme di resezione molto prossimale, l'instabilità del moncone dell'ulna è più frequente. Watson e Brown [14] hanno descritto che l'instabilità del moncone ulnare può essere gestita anche con un allungamento osseo abbinato a modellamento del segmento terminale, per ricostituire la normale lunghezza dell'ulna. Il principio è quello di allungare l'ulna ed aumentare la congruità articolare fra il moncone dell'ulna e la fossetta sigmoidea per ridurre l'instabilità tra radio e ulna. Ross et al. [15] hanno descritto il montaggio e il fissaggio di un innesto osseo tricorticale prelevato dalla cresta iliaca, per allungare l'ulna in modo che la parte terminale del moncone si articolasse con la fossetta sigmoidea creando così una forma di neoarticolazione (tipo Darrach distale).

Tecnica di Sauvé-Kapandji

La procedura di Sauvé-Kapandji, popolare in passato nei paesi francofoni, è tornata recentemente in auge [16]. Si tratta dell'escissione della porzione terminale dell'ulna distale per uno spessore inferiore al centimetro, subito al disotto della testa dell'ulna, associata a fusione della testa ulnare con il radio. Anche qui la resezione dell'ulna deve esser distale, tanto da permettere il mantenimento della sua parte terminale in parallelo con la parte prossimale della fos-

setta sigmoidea allo scopo di mantenere il più possibile la stabilità. Esistono diverse descrizioni sulla tecnica di Sauvé Kapandji al fine di ottenere il miglior risultato possibile ma quella di Lluch [17] sembra la migliore. Lluch e Garcia-Elias [17] hanno descritto la tecnica chirurgica in maniera meticolosa al fine di evitare al massimo le complicazioni. Un principio importante è mantenere corretti rapporti anatomici fra le strutture osteo-articolari e tendinee. L'EUC deve rimanere dorsale alla testa dell'ulna e nel suo canale osteofibroso possibilmente non sezionato, a protezione della stabilità del moncone dell'ulna. Questo, purtroppo, protegge solo dall'instabilità antero-posteriore a maggiore estrinsecazione dorsale. Le forme di conflitto ulno-radiale non sono controllate. Recentemente è stata descritta anche una tecnica artroscopica con ottimi risultati, ma è solo per esperti artroscopisti e le complicanze a carico del moncone prossimale dell'ulna permangono [18,19].

Il moncone distale dell'ulna può comunque risultare instabile richiamando le stesse cause della Darrach.

I sostenitori della procedura Sauvé-Kapandji raccomandano di stabilizzare il moncone dell'ulna con parte del muscolo pronatore quadrato [20] (Figure 6a, 6b) e/o con un lembo tendineo dall'EUC o FUC (Figura 7), con lo scopo di evitare il conflitto ulno-radiale, ma in realtà le ultime due tecniche proteggono, tra l'altro solo in parte, dall'instabilità antero-posteriore. Altri metodi prevedono l'utilizzazione di una parte della capsula della RUD. È stato riportato che la procedura di Sauvé-Kapandji può produrre dolore e clunking durante la rotazione dell'avambraccio da impingement (conflitto) ulno-radiale, come la Darrach, e questo, quando compare, è un problema veramente difficile da risolvere. Una soluzione è l'utilizzazione della protesi al di sotto dell'artrodesi come proposto da Fernandez [21](Figure 8,9).

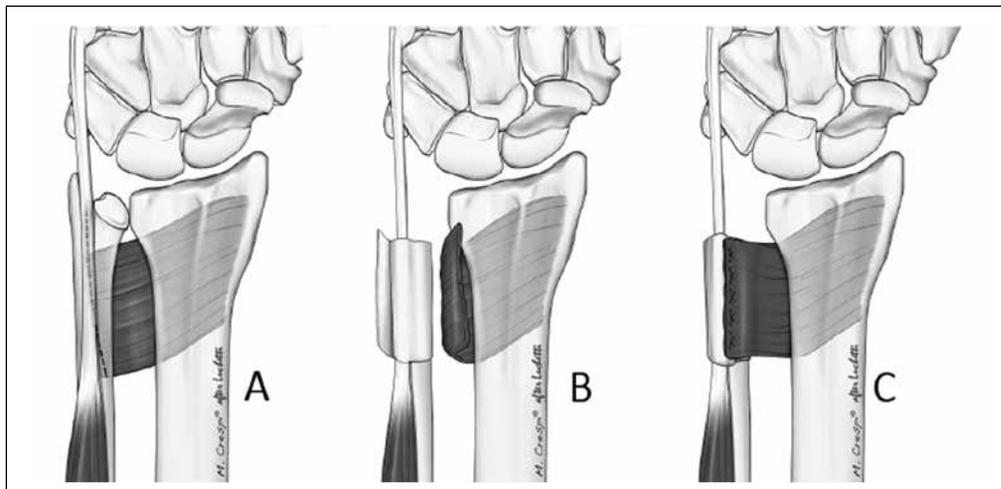


Figura 6a. Tecnica di interposizione del muscolo pronatore quadrato per stabilizzazione del moncone dell'ulna nella tecnica di Darrach. A) distacco del pronatore quadrato dall'ulna; B) dopo resezione dell'ulna, tipo Darrach, si interpone il pronatore quadrato; C) sutura della parte libera del pronatore quadrato al dorso dell'ulna, dopo averlo fatto passare fra radio e ulna.

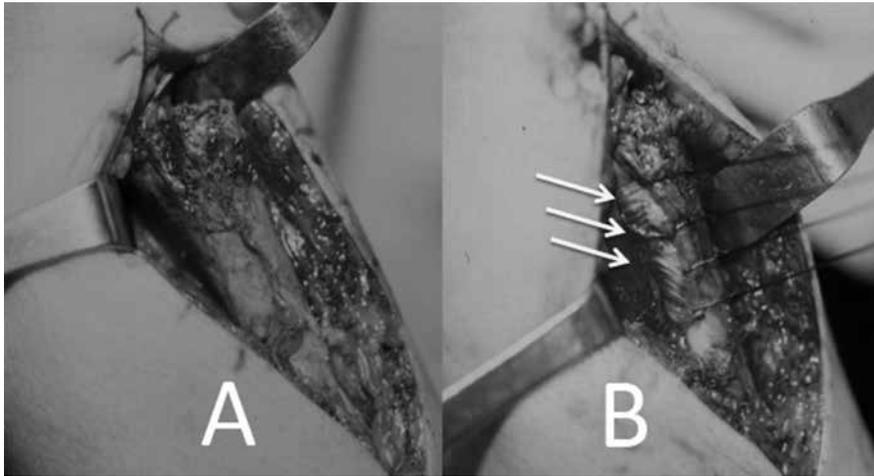


Figura 6b. Foto intraoperatoria di moncone di ulna instabile (A) e interposizione del pronatore quadrato (B).

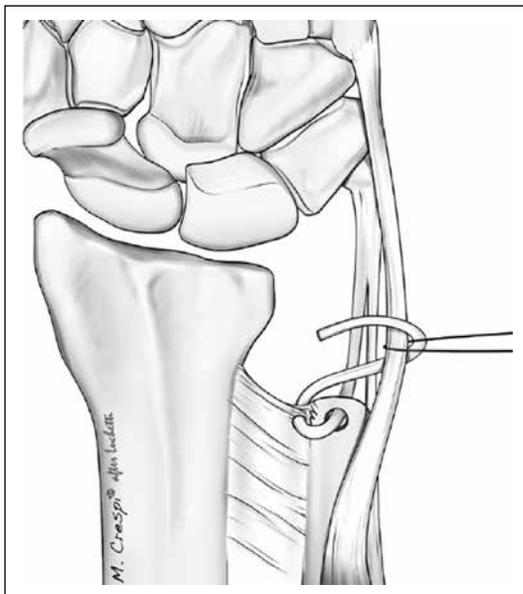


Figura 7. Disegno che dimostra la tecnica di stabilizzazione del moncone dell'ulna mediante l'uso di un lembo tendineo del FUC.

A seguito di un intervento tipo Darrach o Sauve-Kapandji (nella sua sede di pseudoartrosi) possono comparire ossificazioni eterotopiche. Nella maggior parte dei casi queste non richiedono alcun intervento; se

invece c'è una significativa riduzione della rotazione dell'avambraccio allora può essere indicata la loro asportazione associata ad artroli della RUD.

Emi-resezione dell'ulna distale

L'emi-resezione della testa dell'ulna è stata proposta sia da Bowers [7] che da Watson [22,23].

La tecnica prevede un accesso dorsale con scollimento e preservazione della capsula dorsale e dopo aver resecato la testa dell'ulna, preservando ad arte il legamento TFCC e le sue inserzioni sia alla fovea che al radio, si richiude l'accesso articolare dorsale suturando la capsula alla sede di origine. Una modifica a questa tecnica prevede l'introduzione di parte del lembo capsulare dorsale fra la testa resecata e la fossetta sigmoidea e suturata alla parte capsulare anteriore con funzione d'interposizione/protezione e stabilizzazione della testa dell'ulna residua. Bowers ha sottolineato che se il legamento TFCC è lesionato dovrebbe essere riparato e se necessario rinforzato utilizzando anche un lembo tendineo di EUC.

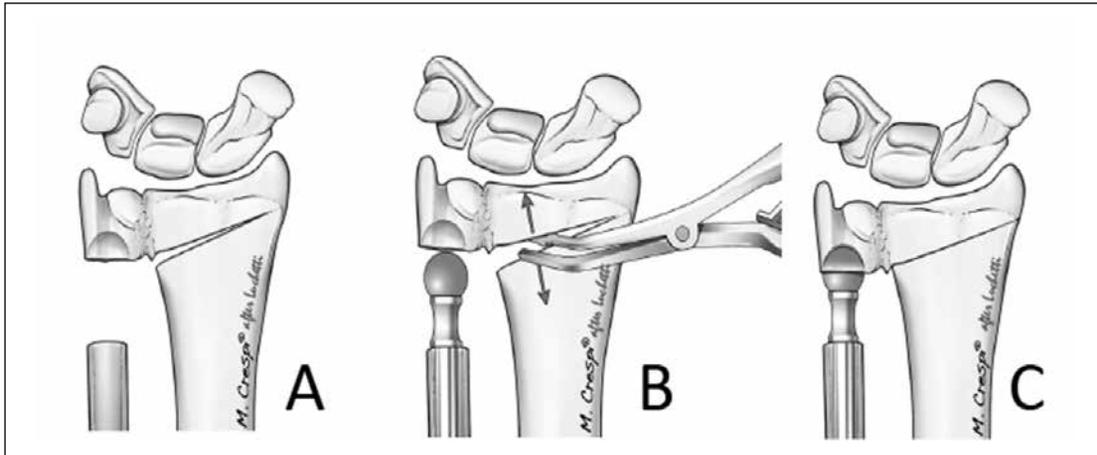


Figura 8. Disegno che dimostra la tecnica di stabilizzazione del moncone dell'ulna instabile a seguito di intervento di Sauvé-Kapandji, mediante l'applicazione di protesi (A, B, C) al di sotto della testa dell'ulna artrodesizzata con il radio (tecnica proposta da Fernandez [21]). Il radio viene osteotomizzato per permettere l'entrata della testa della protesi. L'osteotomia verrà poi stabilizzata mediante placca.

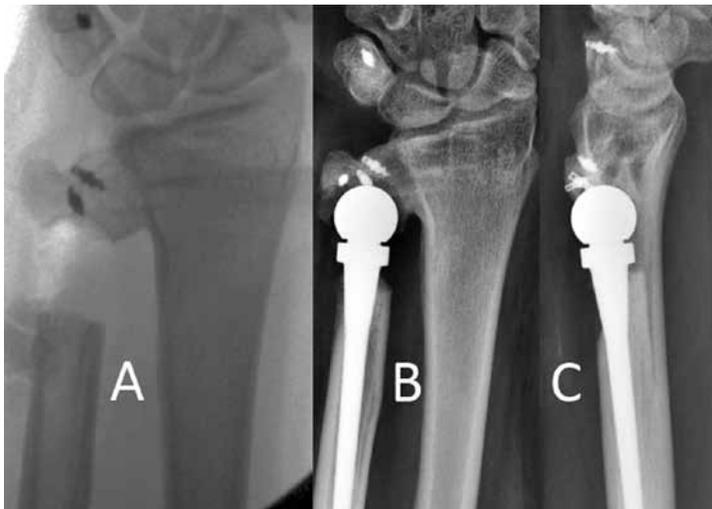


Figura 9. La protesi può essere applicata anche senza eseguire l'osteotomia del radio, forzando la sua entrata nell'alloggio allestito mediante l'uso di una apposita fresa al di sotto della testa dell'ulna (A, B, C).

A seguito di una emi-resezione dell'ulna distale può verificarsi che la stiloide dell'ulna entri in conflitto con le ossa del carpo (Figura 4). Una volta asportata la testa dell'ulna, la stiloide ulnare si sposta verso la fossa sigmoidea e questo produce un rischio di impingement sul carpo con la stiloide (Fi-

gura 2). Questo può essere molto invalidante e può richiedere un re-intervento. L'impingement stilo-carpace può essere valutato al momento della procedura mediante fluoroscopia [24]. Nei casi a rischio può essere gestito da resezione della stiloide ulnare o l'esecuzione di un accorciamento diafisario

ulnare. Il riassorbimento osseo dell'ulna distale è comune a tutte le procedure sul radio distale (Figura 5).

TECNICHE DI SALVATAGGIO DELLE COMPLICANZE

In letteratura, sono riportate una serie di altre opzioni di salvataggio per il moncone doloroso instabile dell'ulna distale dopo trattamento con tecniche di resezione. Alcuni di questi pazienti possono esser già stati sottoposti a varie opzioni chirurgiche e non durante il primo intervento.

Tenodesi

Sono state descritte varie procedure di tenodesi [25]. Kleinman e Greenberg [26] hanno descritto l'utilizzo dell'ECU come tendine per la stabilizzazione dell'ulna distale, con il pronatore quadrato come interposizione tra radio e ulna [20]. Breen e Jupiter [27] hanno proposto l'utilizzo combinato dell'EUC e del FUC (Figura 10). Ruby et al. [28] hanno riportato un'altra tecnica di tenodesi utilizzando l'ECU attraverso l'ulna distale, con il pronatore quadrato interposto tra il radio e l'ulna. Queste tecniche sono utili per le forme di instabilità antero-posteriore. Sembra che abbiano meno efficacia per le forme di conflitto radio-ulnare. Inoltre, la stabilizzazione viene eseguita con un tendine che ha una qualità differente rispetto ad un legamento ed una durata di azione limitata nel tempo: può cedere il suo effetto stabilizzatore legato alla proprietà del tendine stesso.

Interposizione

Sotereanos et al. [29] hanno descritto l'uso del tendine di Achille libero come interposizione: il tendine viene arrotolato come un "cuscinetto" tra il radio distale e l'ulna. Il lembo tendineo libero si fissa al radio ad una distanza di almeno 2-3 cm con ancore

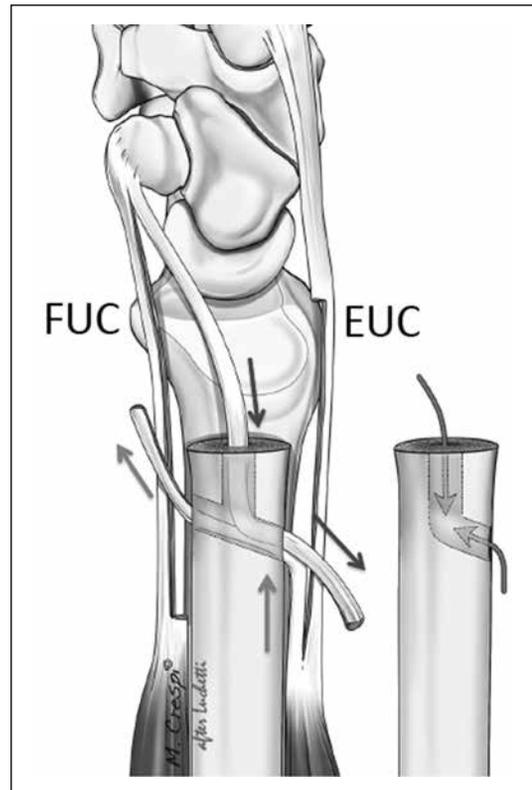


Figura 10. Disegno che dimostra la tecnica di stabilizzazione del moncone dell'ulna in esito di intervento di Darrach utilizzando un lembo tendineo sia dell'EUC che del FUC (tecnica di Breen e Jupiter [27]). Nota la forma del canale osseo nell'ulna per alloggiare i lembi tendinei stabilizzatori.

di sutura e all'ulna con punti di sutura transossei. L'innesto deve essere grande a sufficienza per evitare che il moncone dell'ulna esca incidentalmente durante la rotazione dell'avambraccio. Nel post-operatorio si applica un tutore braccio-mano per 6 settimane. Sotereanos ha riportato risultati soddisfacenti nella sua serie (Figura 11).

Ampia resezione dell'ulna

Wolfe et al. [30] riportano un'ampia escissione dell'ulna. È possibile asportare grandi sezioni dell'ulna distale (25-50% dell'ulna)

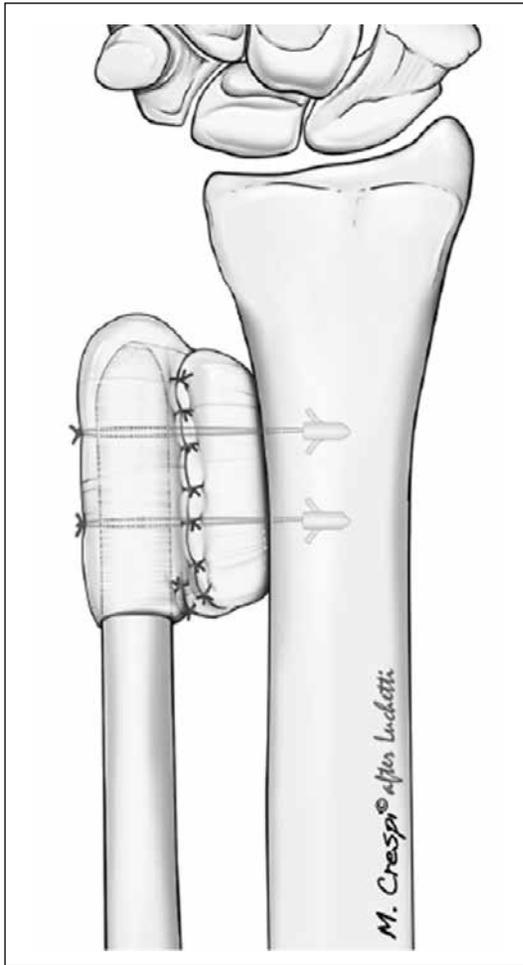


Figura 11. Disegno che dimostra la tecnica proposta da Sotereanos [29]. La procedura prevede l'uso di un grosso innesto tendineo prelevato dal tendine d'Achille che viene arrotolato attorno al moncone dell'ulna (in tecnica di Darrach) e fissato poi anche al radio. La tecnica ha due funzioni: quella di stabilizzazione e quella di cuscinetto per evitare il conflitto ulno-radiale.

senza ricostruzione dei tessuti molli e conseguire buoni risultati eccellenti nel 75% dei casi.

L'ampia escissione dell'ulna non è raccomandata in pazienti con instabilità da lesione della membrana interossea. La presenza

di una Essex-Lopresti [31] è considerata una controindicazione in quanto questo porterebbe ad una maggiore instabilità. Cooney et al. [32] hanno riferito che i risultati funzionali sono stati buoni: i pazienti hanno mostrato una forza di presa media dell'85% ed un movimento del polso dell'80-90%, rispetto al normale. Questa opzione dovrebbe, ora, essere riservata a casi complessi come i tumori o infezioni. Nonostante si esegua l'ampia resezione, un'impingement tra radio e ulna può verificarsi ancora ed allora si deve fare ricorso ad allungamenti ossei come proposto da Ross et al. [15] oppure protesi di ulna "custom made".

Emi-sostituzione protesica per moncone di ulna instabile dopo Sauvé-Kapandji

Fernandez et al. [21] hanno descritto la gestione del moncone ulnare instabile di una Sauvé-Kapandji con una sostituzione protesica [21, 33] di ulna distale. Eseguono questa procedura utilizzando una protesi dell'ulna con una superficie articolare sferica (Figura 8,9), posizionata al di sotto dell'artrodesi.

Talvolta, è necessaria un'osteotomia del radio appena prossimale al sito di fusione della Sauvé Kapandji: per facilitare l'ingresso della testa della protesi e per stabilizzarla. L'osteotomia di radio viene stabilizzata con placca. Nel lavoro di Fernandez su 10 casi, 4 hanno riportato un risultato non soddisfacente che è migliorato solo dopo reintervento. I migliori risultati si hanno per i casi in cui non esiste conflitto radio ulnare.

Fusione del moncone dell'ulna al radio "one-bone forearm"

Questa tecnica è solitamente riservata per casi complessi con:

- notevole distruzione ossea;
- molteplici trattamenti per l'instabilità della RUD;

- fallimenti di trattamenti per Essex-Lopresti.

Un blocco temporaneo del moncone dell'ulna al radio con un chiodo di Steinman può permettere al paziente di capire se può tollerare questa condizione di mancanza di rotazione dell'avambraccio per tutta la vita. Inoltre rende possibile indirizzare quale posizione di prono-supinazione è più utile per lui in relazione alla sua vita ed attività lavorativa. La posizione raccomandata di fusione è quella di minima pronazione (0-20 gradi). Sebbene non vi sia alcuna rotazione dell'avambraccio, il paziente compensa con rotazione alla spalla e del carpo. I risultati clinici della letteratura sono buoni, con la maggior parte dei pazienti senza dolore, con una buona motilità di gomito e polso e in grado di tornare al lavoro [34]. Il problema principale è l'elevato tasso di complicanze riportato relativo alla pseudoartrosi (32%) [35]. L'attenzione ai dettagli di tecnica è importante: fusione sia prossimale e distale utilizzando fissazione stabile e innesto osseo.

Amputazione

Le amputazioni sotto il gomito possono essere considerate solo quando tutte le altre procedure ricostruttive, salvataggio o artroplastica hanno fallito o sono state escluse. L'arto superiore può essere funzionale con o senza l'uso di protesi.

BIBLIOGRAFIA

- Bain GI, Bergman FJ. The distal radioulnar joint: contemporary perspectives. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2007;11:37.
- Friedman SL, Palmer AK. The ulnar impaction syndrome. *Hand Clin.* 1991;7:295-310.
- Bell MJ, Hill RJ, McMurtry RY. Ulnar impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67:126-129.
- Darrach W. Habitual forward dislocation of the surgical neck of the ulna. *Ann Surg.* 1913, 57: 928-30.
- Sauvé L, Kapandji M. Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J de Chir.* 1936;47:589-594.
- Topper SM, Wood MB, Ruby LK. Ulnar styloid impaction syndrome. *J Hand Surg Am.* 1997;22:699-704.
- Bowers W. The Distal Radioulnar Joint. In: Green DP. *Operative Hand Surgery.* Churchill Livingstone, New York, 1996, pp.973-1019.
- Dingman PV. Resection of the distal end of the ulna (Darrach operation); an end result study of twenty four cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1952;34A:893-900.
- Bieber EJ, Linscheid RL, Dobyns JH, et al. Failed distal ulna resections. *J Hand Surg Am.* 1988;13:193-200.
- FL L. A new procedure for the treatment of subluxation of the distal end of the ulna. *J Bone Joint Surg.* 1953;35A:261-262.
- Leslie BM, Carlson G, Ruby LK. Results of extensor carpi ulnaris tenodesis in the rheumatoid wrist undergoing a distal ulnar excision. *J Hand Surg Am.* 1990;15:547-551.
- Linscheid RL, Dobyns JH. Rheumatoid arthritis of the wrist. *Orthop Clin North Am.* 1971;2:649-665.
- Blatt GA, Ashworth CR. Volar capsule transfer for stabilization following resection of the distal end of the ulna. *Orthop Trans.* 1979;26:313-321.
- Watson HK, Brown RE. Ulnar impingement syndrome after Darrach procedure: treatment by advancement lengthening osteotomy of the ulna. *J Hand Surg Am.* 1989;14:302-306.
- Ross M, Thomas J, Couzens G, et al. Salvage of the unstable Sauve-Kapandji procedure: a new technique. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2007;11:87-92.
- Rothwell AG, O'Neill L, Cragg K. Sauve-Kapandji procedure for disorders of the distal radioulnar joint: a simplified technique. *J Hand Surg Am.* 1996;21:771-777.

17. Lluch AL, Garcia-Elias M. The Sauvé-Kapandji procedure: technical considerations. *Orthop Surg Techniques*. 1995;9:67-70.
18. Luchetti R, Khanchandani P, Da Rin F, Borelli PP, Mathoulin C, Atzei A. Arthroscopic assisted Sauvé-Kapandji procedure: an advanced technique for distal radio ulnar joint arthritis. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 2008;12:216-220.
19. Luchetti R. Arthroscopic ulnar head resection and Sauvé-Kapandji. In del Pinal F. *Arthroscopic management of ulnar pain*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012, pp.315-334
20. Bain GI, Heptinstall RJ, Webb JM, et al. Hemiresection of the distal ulna by means of pronator quadratus interposition and volar stabilization. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2007;11:83-86.
21. Fernandez DL, Joneschild ES, Abella DM. Treatment of failed Sauve-Kapandji procedures with a spherical ulnar head prosthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;445:100-107.
22. Watson HK, Gabuzda GM. Matched distal ulna resection for posttraumatic disorders of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 1992;17:724-730.
23. Watson HK, Ryu JY, Burgess RC. Matched distal ulnar resection. *J Hand Surg Am*. 1986;11:812-817.
24. Bain GI, Pugh DM, MacDermid JC, et al. Matched hemiresection interposition arthroplasty of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 1995;20:944-950.
25. Watts AC, Hayton MJ, Stanley JK. Salvage of failed distal radioulnar joint reconstruction. *Hand Clin*. 2010;26:529-541.
26. Kleinman WB, Greenberg JA. Salvage of the failed Darrach procedure. *J Hand Surg Am*. 1995;20:951-958.
27. Breen TF, Jupiter JB. Extensor carpi ulnaris and flexor carpi ulnaris tenodesis of the unstable distal ulna. *J Hand Surg Am*. 1989;14:612-617.
28. Ruby LK, Ferenz CC, Dell PC. The pronator quadratus interposition transfer: an adjunct to resection arthroplasty of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 1996;21:60-65.
29. Sotereanos DG, Gobel F, Vardakas DG, et al. An allograft salvage technique for failure of the Darrach procedure: a report of four cases. *J Hand Surg Br*. 2002;27:317-321.
30. Wolfe SW, Mih AD, Hotchkiss RN, et al. Wide excision of the distal ulna: a multicenter case study. *J Hand Surg Am*. 1998;23:222-228.
31. Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation; report of two cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1951;33B:244-247.
32. Cooney WP, Damron TA, Sim FH, et al. En bloc resection of tumors of the distal end of the ulna. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:406-412.
33. Herbert TJ, van Schoonhoven J. Ulnar head replacement. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2007;11:98-108.
34. Castle ME. One-bone forearm. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56:1223-1227.
35. Peterson CA, 2nd, Maki S, Wood MB. Clinical results of the one-bone forearm. *J Hand Surg Am*. 1995;20:609-618.

DISTAL RADIOULNAR JOINT ARTHROPLASTY WITH A SEMICONSTRAINED IMPLANT

Maurizio Calcagni, Lisa Reissner, Thomas Giesen

Division of Plastic Surgery and Hand Surgery

University Hospital Zurich, Zurich (CH)

Referente:

Maurizio Calcagni – University Hospital Zurich – Raemistrasse 100, 8091 Zurich (CH) – Tel: +41 44 255 2736 – Fax: +41 44 255 8977 – E-mail: maurizio.calcagni@usz.ch

ARTROPLASTICA DELL'ARTICOLAZIONE RADIO-ULNARE DISTALE CON PROTESI SEMI-VINCOLATA

SUMMARY

Range of motion and stability are important outcome parameters to assess function of the distal radioulnar joint, in particular pronation, supination, and weight lifting capacity. The aim of the study was to investigate the subjective, clinical and radiographic results in ten patients after primary implantation of the semiconstrained distal radioulnar joint arthroplasty following distal radioulnar joint derangement and painful instability, with an average follow up of three years. Standardised preoperative and postoperative evaluation included assessment of pain by a visual analogue scale, radiographic examination, range of motion measurements, lifting capacity and grip strength. The patient-perceived function was investigated using clinical score charts. Compared to the preoperative status range of motion showed little change, whilst grip strength, lifting capacity, pain score, and patient-perceived functions improved significantly. In this study arthroplasty of the distal radioulnar joint using the semiconstrained distal radioulnar joint arthroplasty was found to result in satisfactory outcome.

Keywords: distal radioulnar joint, arthroplasty, semiconstrained implant

SINTESI

La pronazione-supinazione e la capacità di sollevamento di pesi, che esprimono l'ampiezza del movimento e la stabilità, sono i parametri fondamentali per la valutazione della funzione dell'articolazione radio-ulnare distale. Lo scopo di questo studio era la valutazione dei risultati soggettivi, clinici e radiologici in dieci pazienti in seguito ad una artroplastica con una protesi semi-vincolata in articolazione radio-ulnare distale instabile e dolorosa con un follow-up di tre anni. Dolore (scala visuo-analogica), radiografie, mobilità attive e passive, forza e capacità di sollevamento sono stati registrati prima e dopo l'intervento. Il risultato soggettivo dal punto di vista del paziente è stato valutato con un questionario adatto. I risultati hanno dimostrato che la mobilità postoperatoria rimane praticamente invariata, mentre la forza della mano, la capacità

di sollevamento, il dolore e la valutazione funzionale soggettiva migliorano in maniera sostanziale. Questi dati dimostrano una buona efficacia di questa protesi nel trattamento dell'articolazione radio-ulnare distale artrotica e instabile.

Parole chiave: articolazione radio-ulnare distale, artroplastica, protesi semi-vincolata

INTRODUCTION

The radioulnar joints (proximal and distal) are the anatomical base of the prono-supination movements of the forearm. The two parts together can be seen as one bicondylar joint. The distal radioulnar joint (DRUJ) is composed of the head of the ulna articulating with the sigmoid notch of the distal radius [1]. The DRUJ not only allows pronosupination of the forearm, but also plays a major role in force transfer from the hand and wrist to the forearm and further proximal. When loading the forearm in neutral rotation and elbow flexion, the force runs from the ulnar insertion of the brachialis muscle up to the head of the ulna and then to the hand, making the ulna head the key structure for weight bearing (Figure 1).

In all cases where the DRUJ is damaged or the ulna head is deleted, loading of the hand will result in pain at the wrist or distal forearm.

The ulna supports the radius and the two are connected by the annular ligament at the elbow and the triangular fibrocartilage complex (TFCC) at the wrist [2,3]. When these ligaments are insufficient or destroyed, instability develops, aggravating wrist pain. In most cases the extensor carpi ulnaris tendon, which is a secondary stabiliser of the DRUJ in supination, is also involved with irritation to synovitis and pain.

Typically, patients with DRUJ pathology experience ulnar sided pain at the wrist, exacerbated by lifting relatively light objects [4,5].

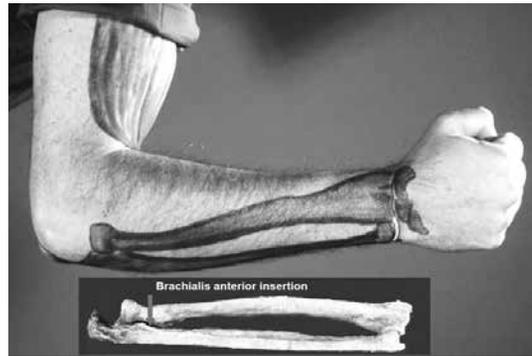


Figure 1. Brachialis muscle and its insertion to the proximal ulna (with permission from Kleinert Institute for Hand and Micro Surgery, Louisville, USA).

During the last decades, some surgical procedures have been developed to reduce pain while maintaining motion at the DRUJ [6]. However, most options involve removal of the ulnar head or interrupt the continuity of the ulna, ignoring the functional anatomy of the forearm [4,7,8]. Accepted surgical strategies include partial [10] or complete resection of the ulna head [11], fusion of the ulna head with distal interruption of the ulna [9], ulna head replacement with ligament reconstruction of the TFCC [12,13] and Achilles tendon interposition [14]. All these solutions cannot prevent the instability of the distal ulna stump and/or restriction of mobility resulting in a painful joint [15]. The reason is the collapse of the radius on the ulna stump and the resulting friction, especially in active patients [16]. The

choice of treatment options for a postoperative dysfunctional DRUJ with residual pain and instability of the wrist remains limited. The semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis proposed by Scheker in 2001 (Aptis Medical, Louisville, KY, USA) [17] is a total joint arthroplasty in cobalt chrome, in which a ball-in-socket system on the radius is combined with a stem within the ulnar diaphysis [6,18,19]. This Implant fully replaces the two components of the DRUJ – the ulna head and the sigmoid notch – and provides stability replacing TFCC function [18,20,22].

The aim of the study was to investigate the subjective, clinical and radiographic results, after DRUJ arthroplasty with this semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis.

MATERIALS AND METHODS

From January 2010 to January 2015, we replaced 17 DRUJ with the semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis introduced by Scheker et al. in 2001 [17]. In this case series with retrospective baseline and prospective follow-up, we included ten patients with a minimum follow up of 12 months. Exclusion criteria were: German language barrier to complete the questionnaires, follow up shorter than 12 months, legal incompetence. Ethical approval was obtained through the Regional Ethic Committee.

Five female and five male patients were included in this study with ages ranging from 21 to 64 years (mean 50, SD 12.8) at the time of surgery. Five implants were inserted into the right hand and five into the left. Five patients had the operation in their dominant hands.

Eight patients had at least one previous wrist operation for the same condition.

Eight patients suffered from osteoarthritis (Figure 2a) and or instability at the DRUJ level, with the ulna head still in place. Two patients suffered from ulna stump impingement and instability of the DRUJ following two different forms of ulna resection.

Clinical parameters related to the DRUJ function were collected preoperatively and at the follow up, including range of motion, grip strength (Jamar dynamometer position 2), load bearing capacity with progressive weights in neutral position and performance of a full pro-supination. Bilateral wrist parameters were recorded.

Visual Analogue Scale (VAS) pain scores (0-10 scale) were recorded whilst loading the wrist and lifting the maximum possible load.

All patients completed a Mayo wrist score and a Krimmer wrist score questionnaire preoperatively and at the follow up [23,24]. The standard procedure for implantation of the semiconstrained distal radioulnar prosthesis has previously been described [17] (Figures 2b,2c). In all cases we used the standard technique. The size of the implants was templated preoperatively by the manufacturer.

Data was analysed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Version 20 for Macintosh, Chicago, Illinois, USA). Discrete values are expressed as counts (percentages), while continuous variables are given as both mean (standard deviation (SD)) and median (interquartile range (IQR)) as some of them did not follow a Gaussian distribution. Non-parametric Wilcoxon signed rank test was applied to test for differences between preoperative and postoperative measurements. All tests were two tailed; $p < 0.05$ was considered significant.

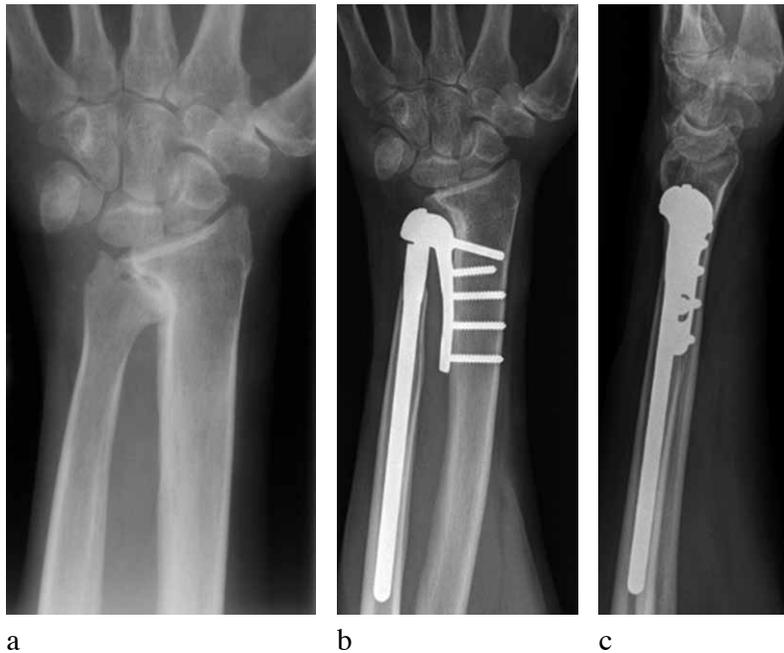


Figure 2. a) Osteoarthritis of the DRUJ with extensive resorption of the sigmoid notch. b) Posteroanterior X-ray view after arthroplasty. c) Latera X-ray view after arthroplasty.

RESULTS

The follow up was at an average of 32 months (range 12-60). Mean wrist extension improved from 47° (SD 13.7) to 52° (SD 19.2) postoperatively and mean wrist flexion improved from 48° (SD 10.9) to 53° (SD 25.8) (p-value: 0.397 and 0.673, neither significant).

Mean wrist pro-supination was 73/0/78° (SD 40.4) preoperatively and 88/0/84° (SD 14.0) postoperatively (p-value: 0.197 and 0.057, neither significant) (Figure 3).

The average grip strength was 2.3 Kg (SD 6.2) preoperatively and increased significantly to 20.2 Kg (SD 12.8) (p-value: 0.005). Load bearing capacity increased significantly from 0.7kg (SD 0.7) preoperatively to 11.4kg (SD 11.1) postoperatively. The grip strength of the operated wrist was 68% of that of the contralateral strength (Figure 4,5). The Mayo Wrist Score changed from 43.5 (SD 18.4) to 78.5 (SD 31.5) (p-value:

0.007). The Krimmer Wrist Score improved from 18.9 (SD 14.0) to 76.5 (SD 22.7), (p-value: 0.005) (Figure 3). On the VAS scale (0-10), pain improved from a preoperative mean of 8.7 (SD 1.8) to 2.9 (SD 2.8).

Six patients went back to their previous job. Two patients went back to their previous job but with a 50%-time reduction. Two patients had to change their job.

One patient with a broad ulna intramedullary canal (>6mm) had a stem loosening. In this case heterotopic ossification was also seen at the ulna head level. This patient required a change of stem with the same maximal size (6mm) and fixation with cement and a resection of the heterotopic ossification. No other implant loosening was observed. No other heterotopic ossification was observed.

Two patients sustained a superficial radial nerve irritation and synovitis to the first dorsal compartment of the wrist due to a

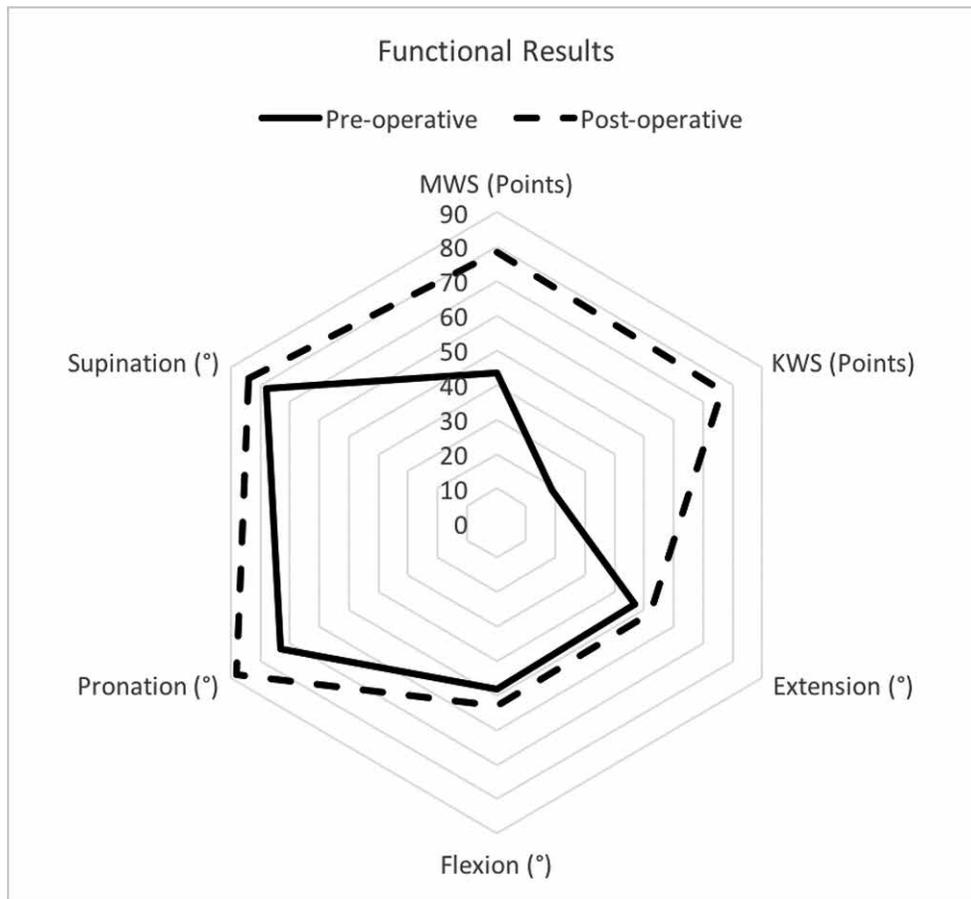


Figure 3. Spider-net diagram of wrist motion (no statistical difference), Mayo Wrist Score (MWS) and Krimmer Wrist Score (KWS) are statistically improved ($p < 0.05$).

slightly long screw tip of the radial plate. These two patients were treated by cutting off the long screw tip with a minimally invasive approach to the radial side of the wrist.

All complications were resolved at the last follow up with good clinical course and patient satisfaction, except for one patient.

DISCUSSION

Standard surgery for osteoarthritis and instability of the DRUJ frequently results in unsatisfactory outcomes with residual pain and dysfunction. These procedures often do not adequately address the anatomical

functions of the joint leading to or maintaining instability of the ulna stump, resulting in pain, reduced weight bearing and reduced fist grip force. Without the support of an intact ulna head, the radius impinges against the remnant ulna when the forearm is loaded [16]. Recent biomechanical studies revealed that excision of the ulna head disrupts the force transmission profile through the forearm, producing the biomechanical equivalent of a one-bone forearm [2,3]. Hemiarthroplasties have reasonable outcomes only when the sigmoid notch and the capsulo-ligament complex are still intact [13,14].

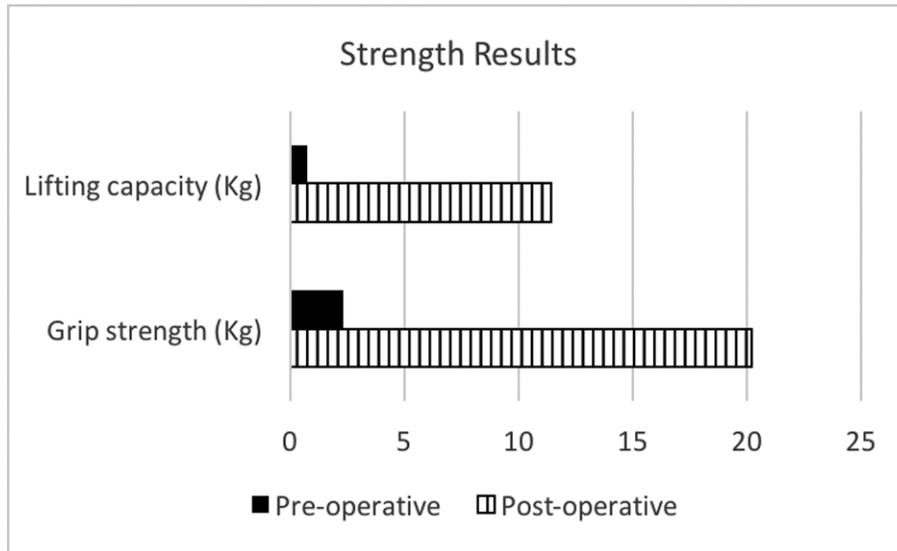


Figure 4. Diagram of grip strength and lifting force pre- and post-operatively ($p < 0.05$).



Figure 5. Patient demonstrating functional result during work with heavy logs.

The semiconstrained DRUJ arthroplasty introduced by Scheker in 2001 replaces all three components of the DRUJ (ulna head, sigmoid notch and radioulnar ligaments), is intrinsically stable and allows full load

while permitting the physiological longitudinal migration of the radius in supination and pronation. Typical surgical indications for this prosthesis are adults with post-traumatic, degenerative or inflammatory arthritis of the DRUJ with or without surgical pre-treatment.

There are only a few reports with this kind of DRUJ arthroplasty in literature with a small number of patients. In our cohort of patients, grip strength and lifting capacity increased significantly, but range of motion showed little improvement. All patients, included the only unsatisfied one, reported about a significant reduction of pain.

The results reported in the literature are quite constant and comparable to ours. At a follow-up of five years, Scheker et al. reported significant increase in supination postoperatively from 52° (SD 29.1) to 75° (SD 17.9) and increase in pronation from 66° (SD 30.6) to 81° (SD 11.2) [18]. These final measurements are comparable to the 84° (SD 10.8°) of supination and 88° (SD 4.2) pronation that we found at follow-up

12-60 months postoperatively. Bizimungu and Dodds reported similar results on a five year follow-up, with supination of 73° (SD 14.4) and pronation of 70° (SD 14.6) [21]. Mean grip strength showed a significant improvement in our cohort from 2.3 Kg (SD 6.2) before surgery to 20.2 Kg (SD 12.8) postoperatively, which is 68% of the contralateral normal one. Zimmermann and Jupiter reported a postoperative mean grip strength of 22 Kg (SD 16.2) on the operated side and 37.3 Kg (SD 14.3) on the non-operated side, which is 59% of the contralateral normal one [25].

The mean pain score (0-10 VAS scale) in our study decreased significantly from 8.7 (SD 1.8) to 2.9 (SD 2.8). In Scheker et al.'s cohort, pain significantly decreased from 8.3 (SD 1.2) to 2.7 (SD 2.7) [18]. Axelsson and Sollerman's cohort had a median postoperative VAS score of 0.3 versus a preoperative VAS score of 6 [5].

Three of our study patients needed a second operation, due to postoperative complications. However, removal of the semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis was not required in any of the patients. All these complications could be correlated to technical imprecisions and in our opinion they belong to a normal learning curve.

The patient-perceived function shows a significant improvement after arthroplasty. Nine patients reported an improvement in daily life activities, with increased strength, motion, and lifting capacity.

In the Scheker series there were six cases of extensor carpi ulnaris (ECU) tendonitis and five cases of ectopic bone formation [18]. In our series, we did not observe any ECU synovitis, but one case of heterotopic bone formation, probably due to stem loosening. Axelsson and Sollerman reported four postoperative adverse events. One patient

required surgery for De Quervain disease one year after the arthroplasty, and one patient experienced transient carpal tunnel syndrome postoperatively. Two patients reported lateral elbow pain, which responded well to conservative treatment. The radiographic evaluation showed bone resorption of the distal ulna in six patients, and bone resorption of the radial component in one patient. There were no signs of prosthesis loosening [5].

We did not observe any resorption of the distal ulna in our series.

The only alternative to this semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis is the total distal radioulnar joint prosthesis, designed by Schuurman. This prosthesis differs from the Scheker prosthesis in that the radial component is not screwed but should attain osteointegration through its hydroxyapatite coating. This implant showed improvement in range of motion and grip strength, and decreased pain scores comparable to that of the prosthesis designed by Scheker. The implant was redesigned to improve results. However, most of these prostheses (7/19) had to be removed due to loosening and pain [26,27].

Main limitations of our case series are the small number of patients and their heterogeneity. Given the complex nature of wrist pathologies that characteristically require a salvage procedure of the DRUJ, such variability is almost to be expected. In addition, only early results (one to five years) following prosthesis implantation were available. Further analysis are planned to follow up the functional results and survival curve of the implant.

The semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis investigated in this study is very interesting because of its self-stabilising design, alleviating the need for intact ligamen-

tous support or an intact sigmoid notch. All study patients except two had undergone previous wrist operations before the implantation of the Scheker prosthesis, which further highlights the promise this prosthesis holds in situations where traditional arthroplasties or other implants have failed.

REFERENCES

1. Markolf KL, Lamey D, Yang S, Meals R, Hotchkiss R. Radioulnar load-sharing in the forearm. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am* 1998 Jun; 80(6): 879-88.
2. Shaaban H, Giakas G, Bolton M, Williams R, Scheker LR, Lees VC. The distal radioulnar joint as a load-bearing mechanism--a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 2004 Jan; 29(1): 85-95.
3. Shaaban H, Giakas G, Bolton M, Williams R, Wicks P, Scheker LR, et al. The load-bearing characteristics of the forearm: pattern of axial and bending force transmitted through ulna and radius. *J Hand Surg Br* 2006 Jun; 31(3): 274-9.
4. Savvidou C, Murphy E, Mailhot E, Jacob S, Scheker LR. Semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis. *J Wrist Surg* 2013 Feb; 2(1): 41-8.
5. Axelsson P, Sollerman C. Constrained implant arthroplasty as a secondary procedure at the distal radioulnar joint: early outcomes. *J Hand Surg Am* 2013 Jun; 38(6): 1111-8.
6. Laurentin-Pérez LA, Goodwin AN, Babb BA, Scheker LR. A study of functional outcomes following implantation of a total distal radioulnar joint prosthesis. *J Hand Surg Eur* 2008 Feb; 33(1): 18-28.
7. Darrach W. Partial excision of lower shaft of ulna for deformity following Colles's fracture. 1913. *Clin Orthop Relat Res* 1992 Feb; (275): 3-4.
8. Watson HK, Ryu JY, Burgess RC. Matched distal ulnar resection. *J Hand Surg Am* 1986 Nov; 11(6): 812-7.
9. Sauvé L, Kapandji M. Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J Chir (Paris)* 1936; 47: 589-94.
10. Bowers WH. Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg Am* 1985 Mar; 10(2): 169-78.
11. Field J, Majkowski RJ, Leslie IJ. Poor results of Darrach's procedure after wrist injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1993 Jan; 75(1): 53-7.
12. Garcia-Elias M. Eclipse: partial ulnar head replacement for the isolated distal radioulnar joint arthrosis. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2007 Mar; 11(1): 121-8.
13. Willis AA, Berger RA, Cooney WP. Arthroplasty of the distal radioulnar joint using a new ulnar head endoprosthesis: preliminary report. *J Hand Surg Am* 2007 Feb; 32(2): 177-89.
14. Sotereanos DG, Göbel F, Vardakas DG, Sarris I. An allograft salvage technique for failure of the Darrach procedure: a report of four cases. *J Hand Surg Eur* 2002 Aug; 27(4): 317-21.
15. Degreef I, De Smet L. The Scheker distal radioulnar joint arthroplasty to unravel a virtually unsolvable problem. *Acta Orthop Belg* 2013 Apr; 79(2): 141-5.
16. Lees VC, Scheker LR. The radiological demonstration of dynamic ulnar impingement. *J Hand Surg Eur* 1997; 22: 448-50.
17. Scheker LR, Babb BA, Killon PE. Distal ulnar prosthetic replacement. *Orthop Clin North Am* 2001 Apr; 32(2): 365-76.
18. Scheker LR. Implant arthroplasty for the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am* 2008 Nov; 33(9): 1639-44.
19. Kachooei AR, Chase SM, Jupiter JB. Outcome Assessment after Aptis Distal Radioulnar Joint (DRUJ) Implant Arthroplasty. *Arch Bone Jt Surg* 2014 Set; 2(3): 180-4.
20. Scheker LR, Martineau DW. Distal radioulnar joint constrained arthroplasty. *Hand Clin* 2013 Feb; 29(1): 113-21.

21. Bizimungu RS, Dodds SD. Objective outcomes following semi-constrained total distal radioulnar joint arthroplasty. *J Wrist Surg* 2013 Nov; 2(4): 319-23.
22. Galvis EJ, Pessa J, Scheker LR. Total joint arthroplasty of the distal radioulnar joint for rheumatoid arthritis. *J Hand Surg Am* 2014 Sep; 39(9): 1699-704.
23. Cooney WP, Bussey R, Dobyys JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res* 1987 Jan; (214): 136-47.
24. Krimmer H, Wiemer P, Kalb K. [Comparative outcome assessment of the wrist joint-mediocarpal partial arthrodesis and total arthrodesis]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000 Nov; 32(6): 369-74.
25. Zimmerman RM, Jupiter JB. Outcomes of a self-constrained distal radioulnar joint arthroplasty: a case series of six patients. *Hand (N Y)* 2011 Dec; 6(4): 460-5.
26. Schuurman AH, Teunis T. A new total distal radioulnar joint prosthesis: functional outcome. *J Hand Surg Am* 2010 Oct; 35(10): 1614-9.
27. Schuurman AH, Kauer JM. Impact load on the triangular fibrocartilage of the wrist: a cadaver study. *J Surg Res* 2002 Apr; 103(2): 129-33.

EVOLUZIONE DEL GOMITO E PATOLOGIE CORRELATE - ISPIRAZIONI PER UN DESIGN PROTESICO

Landino Cugola

Libero professionista, già Direttore dell'UO di Chirurgia della Mano del Policlinico Universitario G.B. Rossi di Verona

Referente:

Landino Cugola – Studio Rehab – Viale del Commercio 49, 37135, Verona – Tel: +39 045 8204750

ELBOW EVOLUTION AND RELATED DISEASES - INSPIRATIONS FOR A PROSTHETIC DESIGN

SINTESI

In questo studio è abbozzato un approccio interpretativo per le patologie congenite e/o degenerative-traumatiche del gomito basato sulla filo-ontogenesi, che considera la rigidità del gomito danneggiato come una “regressione” della *Mobilità* dei primati verso la maggiore *Stabilità* dei primi Tetrapodi.

Il tutto finalizzato a migliorare le indicazioni terapeutiche e il design delle protesi di gomito. Nello specifico, viene suggerito lo stelo ulnare più corto ed ancorato sulla parete posteriore dell'olecrano con una vite. Tale modifica sarebbe “innovativa” nel senso del recupero della migliore *Rigidità Elastica* e più duratura *Mobilità*, e quindi della più efficace ottimizzazione filogenetica verso il gomito dei Primati, ancora consentita.

Parole chiave: evoluzione del gomito, protesi del gomito, principio di regressione

SUMMARY

This study is an interpretive approach for congenital and/or elbow-traumatic degenerative diseases based on phylo-ontogeny; which considers the elbow stiffness damaged as a “regression” of the Primates *Mobility* to the greater *Stability* of the early Tetrapods. All aimed at improving the therapeutic indications and design of elbow arthroplasty. Specifically of the prosthesis it is suggested the shorter ulnar stem and anchored on the rear wall of the olecranon, with a screw. That amendment would be “innovative” in the best sense of the recovery *Elastic Stiffness* and longer lasting *Mobility*, and therefore the most effective phylogenetic optimization toward the elbow primates, still allowed.

Keywords: elbow evolution, elbow prosthetic design, principle of regression

INTRODUZIONE

Alla luce delle teorie del c.d. “Principio di Regressione” illustrato in altri lavori [1,2] e filo conduttore del presente Corso di Aggiornamento – in questo studio è abbozzato un approccio interpretativo per le patologie congenite e/o degenerative-traumatiche del gomito, finalizzato a migliorare le indicazioni terapeutiche.

Quale rationale ci può essere in una malformazione congenita? Perché un trauma al gomito comporta generalmente una guarigione-stabilizzazione con rigidità?

L’esposizione tenterà di dirimere su questi interrogativi, aggiungendo qualche suggerimento per un più congruo adattamento dei dispositivi protesici, nel trattamento di situazioni patologiche che hanno interessato il gomito.

MATERIALI E METODI

Con le attuali testimonianze fossili disponibili, è impossibile tracciare in maniera precisa la storia dell’evoluzione del gomito degli ominidi, di cui, comunque, possiamo datarne la morfologia attuale a 15-20 ml di anni fa, comune alle scimmie antropomorfe e all’uomo [3-5].

L’arto superiore (o anteriore), per tutti i vertebrati Tetrapodi (anfibi, mammiferi, etc), deriva dalle “pinne”, come da teoria evuzionistica.

SUCCEDERSI EVOLUTIVO DELLE ERE

L’era Primaria o Paleozoica (che comprende sei periodi: Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonifero e Permiano – 570-280 ml di anni fa) può essere considerata l’era dei trilobiti e dei graptoliti per quanto riguarda gli animali invertebrati, e l’era dei pesci (soprattutto nel Devoniano) per quanto riguarda i vertebrati. Questi ultimi, usciti dall’ambiente marino (395-

345 ml di anni fa), hanno metamorfosato le pinne pettorali in arti anteriori con *torsione assiale*, mentre le pinne anali sono diventate gli arti posteriori con funzione propulsiva dei primi *Vertebrati Tetrapodi* (comparsi alla fine dell’era primaria) con l’arto *Chiropterigio* costituito da 3 segmenti.

I primi rettili del Carbonifero si diversificarono soprattutto nel Permiano, preannunciando il grande sviluppo che avrebbero avuto nell’era successiva. L’ultimo periodo del Paleozoico fu contrassegnato da numerose estinzioni di specie animali (trilobiti, alcune specie di molluschi e di invertebrati), principalmente nella “grande estinzione Permiana”.

Nel succedersi evolutivo, l’era Secondaria (225-65 ml di anni fa) è anche detta Mesozoica col significato di “era di mezzo”, in relazione al fatto che le specie animali e vegetali accrebbero notevolmente presentando caratteri di transizione tra quelle più primitive dell’era Primaria e quelle dell’era Terziaria. L’era Secondaria è scandita da tre periodi: Triassico, Giurassico e Cretaceo, in cui si assiste alla diffusione dei grandi rettili: i dinosauri. Questi conquistarono tutti gli ambienti: marini (con plesiosauri e ittiosauri), aerei (con Archeopterix e Pterodactylus) e terrestri (con diplodochi, tirannosauri, brontosauri). In questi ultimi, in particolare, gli arti anteriori e posteriori servivano da sostegno alla deambulazione e si assomigliarono anatomicamente con finalità di *stabilità* nel movimento (Figura 1). Altri organismi esclusivi del Mesozoico sono i molluschi cefalopodi (ammoniti e belemniti) che 65 ml di anni fa si estinsero insieme ai dinosauri. Le prime specie di uccelli e di mammiferi comparirono in quest’era. Riguardo ai vegetali, nel Triassico le piante erano soprattutto felci arboree, sostituite poi dalle gimnosperme, nel Giu-

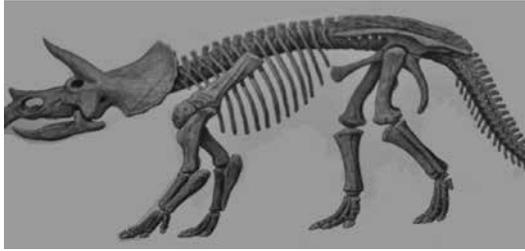


Figura 1. Il gomito dei Tetrapodi fino ai dinosauri presenta caratteristiche di robustezza e relativa rigidità, in quanto risulta prevalente la funzione di stabilità meccanica indispensabile alla deambulazione. Poi, nell'evoluzione – con la comparsa di animali “eretti” – viceversa, l'arto superiore disimpegnato dal sostegno antigravitario diminuisce in stabilità, ma in compenso acquista la prono-supinazione e la mobilità di gomito necessarie alla prensione.

rassico comparvero invece le angiosperme (le piante con fiori) che ebbero grande diffusione nel Cretaceo e che contribuirono alla transizione evolutiva che dai mammiferi insettivori primitivi condusse nel processo di “brachiazione” allo sviluppo dei Primati dell'era successiva.

Infatti, nell'era Terziaria o Cenozoica (suddivisa nei cinque periodi Paleocene, Eocene, Oligocene, Miocene e Pliocene – 65-2 ml di anni fa) si ebbe la comparsa e lo sviluppo dei generi vegetali e animali che attualmente popolano la Terra.

In particolare, dopo l'estinzione dei grandi rettili, poterono affermarsi e diffondersi i mammiferi, tanto che il Cenozoico è considerato “l'era dei mammiferi”. Tra questi i primati (inizialmente adattati alla vita arboricola, nel tempo assumono le sembianze simili a quelle delle scimmie attuali), da cui nel Pliocene emerge il genere *Homo* con caratteristiche anatomico-morfologiche che si avvicinano a quelle attuali, come documentato dalle fonti fossili dell'*Australopi-*

theus Afarensis (4-5 ml di anni fa), il cui scheletro più noto è *Lucy*, ritrovato ad Harar in Etiopia nel 1974.

Infine, l'ultima era attuale è la Quaternaria (2-0 ml di anni fa) o Neozoica, cioè “della vita nuova”, poiché fauna e flora sono tuttora viventi. L'era viene divisa in due periodi: Pleistocene e Olocene. In questa, sono evoluti l'*Homo Habilis*, già della nostra specie, l'*Homo Erectus* (1,6 ml di anni fa) e infine l'attuale *Homo Sapiens*.

In concomitanza alle fasi evolutive, tutte le trasformazioni morfologiche succedutesi nel gomito hanno significato relativamente alle necessità corrispondenti all'habitat specifico dell'animale, nel periodo in cui è esistito. In particolare, è da rimarcare che il gomito dei Tetrapodi fino ai dinosauri presenta caratteristiche di robustezza e relativa rigidità, in quanto era prevalente la funzione di stabilità meccanica indispensabile alla deambulazione. Poi, nell'evoluzione – con la comparsa di animali “eretti” – l'arto superiore disimpegnato dal sostegno antigravitario diminuisce in stabilità, acquistando però la prono-supinazione e la mobilità di gomito necessarie alla prensione.

In definitiva i passaggi fondamentali sono:

- 1) la pinna che si trasforma in arto *Chiropterygio* a 3 segmenti e diventa anteriore con una torsione assiale (Figura 2);
- 2) l'arto anteriore che ha funzione di sostegno (*Dinosauri*);
- 3) l'arto anteriore che si libera della principale funzione di sostegno per diventare arto di presa (prensile) con necessità quindi, di ottenere una *Mobilità Stabile* (quella tipica degli *Ominidi*).

Le modificazioni, in relazione alla funzione, possono osservarsi nelle immagini in figura 3, ove la forma e lo sviluppo delle estremità articolari del gomito sono in funzione delle necessità degli antropoidi ivi rappresentati.

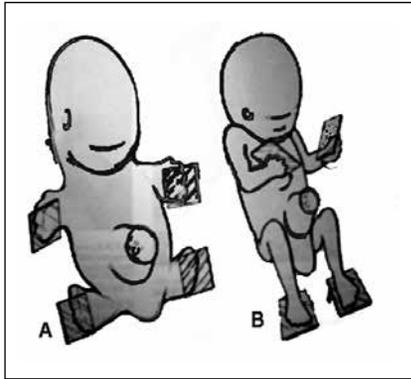


Figura 2. Nella 7^a settimana dell'embriogenesi endouterina, gli arti subiscono una torsione di 90° sul loro asse longitudinale, ma in direzioni opposte; così i gomiti si orientano caudalmente in "endotorsione" e le ginocchia cranialmente in "inrotorsione" a ripercorrere l'iter dei rettili terricoli, del Permiano.

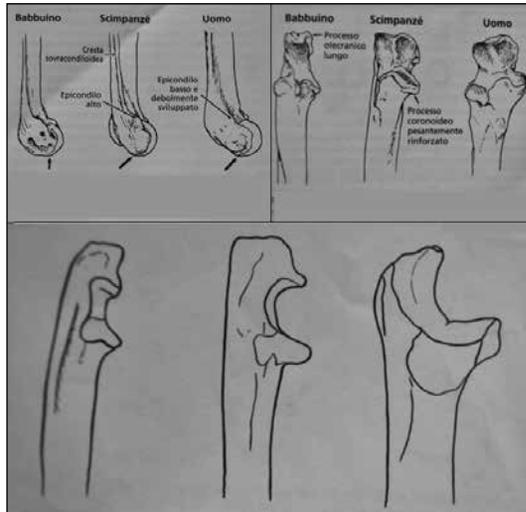


Figura 3. Le differenti forme, che vanno assumendo le estremità distale omerale e dell'olecrano, sono corrispondenti alla variabilità del rapporto Stabilità/Mobilità richieste ai loro gomiti, secondo le specifiche esigenze comportamentali delle specie considerate.

Esaminando, sinteticamente, alcuni elementi dell'anatomia articolare del gomito si possono fare alcune considerazioni:

- 1) la presenza di un condilo laterale maggiormente sviluppato nei dinosauri, utile per sopportare carichi importanti;
- 2) negli animali arboricoli si ha un olecrano più approfondito per consentire una maggior flessione-estensione, che si definirà successivamente ancor più negli ominidi;
- 3) l'avvento dell'*Endotorsione* per l'ottenimento della prono-supinazione anti-brachiale, utile alle attività manipolatrici dell'*Homo Sapiens*.

Sotto l'aspetto clinico [6] si possono trarre alcune considerazioni:

- 1) alcune malformazioni congenite si possono supporre come arresti nell'evoluzione della morfogenesi, ad esempio: la sinostosi radio-ulnare o omero-radio-ulnare (Figura 4), con assenza della pronazione così com'era prima della comparsa dell'*Homo Sapiens*. Ugualmente per altre displasie del gomito, come la mano valga con la fusione del gomito o tutto l'arto superiore che non ha sviluppato l'*Endotorsione* (Figura 5); o, ancora, la divaricazione dei capi articolari prossimali radio-ulnari che possono esser fatti risalire al periodo finale dell'era primaria con l'arto iniziale *Chiropterigio* a 3 segmenti (Figura 4).

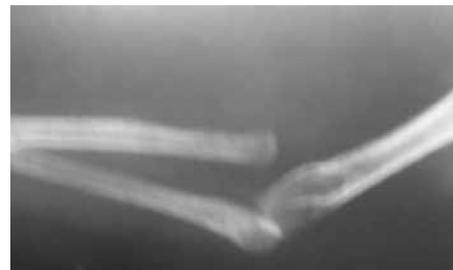


Figura 4. Malformazione congenita, esempio di "regressione" all'arto *Chiropterigio*.



Figura 5. Malformazione ove si nota un chiaro esempio di “regression” in cui non è avvenuta l’endotorsione dell’arto.

2) Nelle patologie post-traumatiche gli esiti più comuni sono le rigidità: in tali situazioni è come se il gomito regredisse all’origine evolutiva dove era prevalente la funzione della *Stabilità* rispetto quella della *Mobilità*.

In tale senso, obiettivo primario dell’attività chirurgica è l’ottimizzazione filogenetica al più alto livello tecnicamente praticabile; ossia, se possibile, il ripristino della *Mobilità* (persa). E, attualmente, le tecniche disponibili sono: *l’Artroplastica Biologica e soprattutto l’Artroplastica con Protesi* [7].

DISCUSSIONE

Gli impianti protesici attuali, pur congrui, possono comunque essere migliorati, per meglio avvicinarsi all’anatomia funzionale del gomito, considerando:

A) l’asse di flessione-estensione dell’omero: l’angolo formato dall’asse diafisario dell’omero con il suo asse epifisario, in visione laterale, è di circa 30° per favorire la flessione. Il design degli impianti prevede quest’angolo, ma *resta il con-*

retto di articolazione a cerniera che tale non è nella reale anatomia del gomito. Ancora, la presenza dell’articolazione protesica a cerniera comporta un eccessivo scarico di forze sulla componente ulnare, in una situazione di precarietà meccanica in quanto;

B) l’asse longitudinale dell’ulna: nel piano frontale forma con l’asse dell’olecrano un angolo di 15° per consentire lo spostamento di 8-10° in valgo-varo del gomito durante la flessione-estensione; ma gli steli attuali non ne riproducono esattamente l’anatomia, per cui si originano degli stress tangenziali che sulla punta dello stelo ulnare portano ad un impingement con possibilità di loosening e/o frattura.

CONCLUSIONE

Come potrebbe essere migliorata una protesi di gomito?

A mio parere, a seguito delle considerazioni suddette, qualche modifica migliorativa potrebbe consistere in:

A) per i gomiti con stabilità legamentosa, una protesi non vincolata, ove la componente omerale presenta la flangia anteriore per renderla stabile (come nelle protesi attuali) e con *lo stelo ulnare più corto ed ancorato sulla parete posteriore dell’olecrano con vite* (Figura 6) tale conformazione si può considerare dotata di una più che sufficiente *Rigidità Elastica*.

B) per i gomiti con instabilità legamentosa, una protesi semivincolata, come quelle in uso attualmente, ove la componente ulnare è modificata come nella suddetta.

Tali suggerimenti migliorativi del design protesico, soprattutto nei confronti del gomito danneggiato al punto da essere completamente regredito alla mera funzione di *Stabilità* (quindi, del tutto rigido), sarebbe-

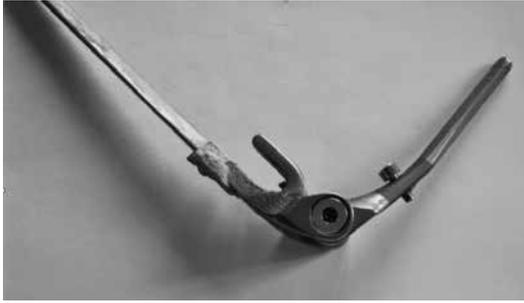


Figura 6. Protesi semivincolata di Morrey [6] (da utilizzare nel gomito instabile) cui è stata aggiunta, come modifica innovativa, la vite di ancoraggio sull'ulna, per ottenere una certa rigidità elastica. Allo stesso modo, comunque, tale modifica risulta opportuna anche nelle protesi non vincolate (utilizzate nel gomito stabile).

ro innovativi nel senso del recupero della migliore e *più duratura Mobilità*, e quindi della più efficace ottimizzazione filogenetica, ancora consentita.

BIBLIOGRAFIA

1. Cugola L. Come è evoluto il gomito? Ispirazioni per un design protesico. ATTI del 7° Seminario Albese di Chirurgia del Polso e della Mano. 2009: 85-90.
2. Grippi GM. La metamorfosi secondo Goethe con introduzione alla teoria dei sistemi e al principio di regressione. ATTI del 7° Seminario Albese di Chirurgia del Polso e della Mano. 2009: 23-46.
3. Rose MD. Another look at the anthropoid elbow. J. Hum. Evol 1988: 17-193.
4. Aiello LC, Dean MC. An introduction to Human Evolutionary anatomy. Academic Press, London, 1990.
5. Oberlin C. Phylogenèse et anatomie comparée du coude - Phylogenesis and comparative anatomy of the elbow. Société de presse et d'édition de la kinésithérapie. Conference Journées de l'INK, Parigi, 2003.
6. Morrey BF. Le patologie del gomito. Verduci Editore, Roma, 2002.
7. Cugola L. Insuccessi e stato dell'arte delle protesi articolari dell'arto superiore: il gomito. Riv. Chir. Mano 2001; 38(2): 226-34.

FILO-ONTOGENESI “SISTEMICA” DEL CARPO E IMPLICAZIONI CHIRURGICHE INNOVATIVE

Gaetano Maurizio Grippi

SOS di Chirurgia della Mano – Divisione di Ortopedia e Traumatologia dell’Ospedale San Lazzaro di Alba (CN) – ASLCN2 del Piemonte

Referente:

G.M. Grippi – Via dell’Acquedotto, 7/1 – 12051 Alba (CN) – Tel. 0173282768 – 3389357694;

E-mail: gmgrippi@libero.it

“SYSTEMIC” CARPUS PHILO-ONTOGENY AND INNOVATIVE SURGICAL IMPLICATIONS

SINTESI

Scopo dello studio è mettere in evidenza quelle nozioni di filo-ontogenesi dell’Arto Superiore sviluppate in applicazioni chirurgiche innovative, sul danno carpale estremo. Nello specifico di Chirurgia della Mano, integrando la cibernetica del *Principio di Regressione* alla visione naturalistica della *Morfogenetica di Goethe* è stato possibile: individuare la Coxa Manus; definire la biomeccanica del Carpo Biarticolare Concentrico; rintracciare nella Filo-Ontogenesi le evidenze sul Paleocarpo ed il Neocarpo, da cui il concetto di Carpo Adattativo; e riassumere nel Graal della Chirurgia del Polso, il principio metodologico della Chirurgia della Coxa Manus (CCM).

Il tutto *innovativo*, in completa coerenza scientifica e con evidenze cliniche e sperimentali inconfutabili.

Cardine delle argomentazioni è l’esposizione, affatto originale, della Filogenesi dell’Autopodio Anteriore dei Primati, fino alla costituzione del Carpo Umano. Con l’intento di mostrare come, l’eventuale danno strutturale, in ultima analisi, si traduce nella rievocazione – a fini adattativi – di aspetti funzionali acquisiti nella successione evolutiva, concretizzati nel peculiare assemblaggio ontogenetico dell’architettura e ossa carpalì. Pertanto, allo stesso modo e ottimizzando tale adattamento, il Chirurgo può agire, messo alle strette dal danno irreparabile, con una chirurgia innovativa, ad *imitazione* della Natura.

E nei fatti, i risultati della CCM avvalorano l’idea originale di risolvere gravi lesioni del carpo bi-articolare umano, assimilandolo al carpo uni-articolare dei Dinosauri.

In conclusione, questa positiva esperienza della CCM è da condividere, insieme al suggerimento di considerare tale *innovazione* soltanto una esemplificazione locale, poiché, l’isomorfismo delle suddette idee vale dappertutto e di certo, altre opportunità chirurgiche in altri distretti anatomici dell’organismo, sono celate nella Filogenesi.

Parole chiave: Coxa Manus, carpo, morfogenesi, evoluzione, lesioni del polso

SUMMARY

Aim of the study is to focus on those notions of Upper Limb Phylo-Ontogeny developed in innovative surgical applications, on carpal irreparable damage.

Specifically Surgery of the Hand, integrating cybernetics of the *Principle of Regression* to the naturalistic vision of *Goethe Morphogenetic* was possible to identify the Coxa Manus; define the Biarticular Concentric Carpal Mechanism; track down the Phylo-Ontogeny evidence on Paleocarpus and Neocarpus, hence the Adaptive Carpus concept; and summarized in the Grail of the Wrist Surgery, the methodological principle of Coxa Manus Surgery (CMS).

The completely *new*, with complete scientific consistency and irrefutable clinical and experimental evidences.

Cornerstone of the arguments is the exposure, all original, of the Primates Fore-Autopodio Phylogeny, up to the structuring of the Human Carpus. With the aim of showing how, the possible structural damage, ultimately, results in the re-enactment – adaptive purpose – of the functional aspects of the evolutionary sequence, materialized in peculiar ontogenetic assemblage of architecture and carpal bones.

Therefore, in the same way and also optimizing this adaptation the Surgeon can act, when pressed from irreparable damage. With an innovative surgery, in imitation of Nature.

And in fact, the results of the CMS corroborate the original idea to solve serious injury of bi-articular human carpus making it similar to uni-articular Dinosaurs wrist.

In conclusion, this positive experience of the CMS is to share. Along with the suggestion to consider this *innovation* content only a local exemplification. Since, the isomorphism of these ideas is true everywhere; and certainly, other surgical opportunities, in other anatomical body structures, are hidden in the phylogeny.

Keywords: Coxa Manus, carpus, morphogenesis, evolution, wrist injuries

INTRODUZIONE

Questo studio riguarda principalmente alcune nozioni di filo-ontogenesi dell'Arto Superiore sviluppate in applicazioni chirurgiche innovative sul danno carpale estremo. Nell'intento sono state rivisitate le basi dell'Ortopedia con lo strumento concettuale del c.d. *Principio di Regressione* (PR) – inerente la cibernetica della Teoria dei Sistemi – secondo cui “*nelle strutture biologiche, l'insulto anatomico tende a configurarsi come “rievocazione” della filo-onto-morfogenesi, in senso adattativo*” [1-7].

Esemplificazioni di tale principio sono talune *lesioni cerebrali*, in cui riemergono funzioni regredite del Paleoencefalo: il *rimbambimento demenziale*, nel senso autentico di ritorno a comportamenti del bambino; *l'abbronzatura della pelle al sole* che ripropone l'atavica pigmentazione nera della nostra specie; il *callo di frattura o la rigenerazione del nervo* che rievocano, rispettivamente, l'osteogenesi e neurogenesi embrionale, ecc. [8-10].

Onnipresente stereotipo adattativo, rintracciabile in tutte le dinamiche fisiopatologiche dell'Organismo, il PR risulta

– perciò – fonte provvidenziale di conoscenze euristiche.

Fra queste, la cognizione che, nel danno anatomico irreparabile, debba esistere una qualche semplificazione strutturale – già percorsa dall’Evoluzione – in grado di consentire una funzione (anche di più basso livello), potenzialmente recuperabile in termini di Chirurgia Innovativa.

Si tenterà di significare tutto ciò nel danno carpale, ripercorrendo la Biologia della Morfogenesi degli Arti ed esponendo quanto derivato nella pratica chirurgica. Per cui, l’applicazione del suddetto principio ha condotto alla chirurgia “*innovativa*” della Coxa Manus. Inoltre, suggerendo – con lo stesso criterio esplicativo – analogo impiego in altri distretti anatomici danneggiati.

MATERIALI E METODI

Come ha fatto la Natura a fabbricare la Mano? E perché il carpo presenta una doppia filiera ossea? Rispondere a queste domande presuppone la rivisitazione dei fondamentali della Biologia.

LA MORFOGENETICA GOETHIANA

Inizieremo col discutere le leggi biologiche della Forma e “cosa” la Natura ha espresso nella strutturazione filogenetica degli Arti, prendendo spunto da Wolfgang von Goethe (Fig. 1) ritenuto il fondatore della morfogenetica naturale e (a nostro giudizio) misconosciuto padre, ispiratore di molti concetti posti ad edificio dell’Ortopedia [11-13].

Goethe, infatti, considerava lo scheletro come il disegno fondamentale dell’Uomo e le ossa costituenti come un testo da cui si poteva inferire o far derivare ogni altro aspetto: nell’anatomia, nella fisiologia, nella psicologia, ecc.

Tale consapevolezza gli si presenta chiaramente in occasione del suo secondo viaggio



Figura 1. Goethe (Francoforte sul Meno, 28 agosto 1749 – Weimar, 22 marzo 1832), all’età di 38 nel periodo del suo primo viaggio in Italia (dipinto di Angelina Kauffman nel 1787).

in Italia (1790). Una mattina, passeggiando sulla spiaggia del Lido di Venezia presso il cimitero ebraico, trova sulla sabbia un cranio di montone dilavato e frammentato dalle onde, nelle ossa costituenti. Egli intuisce che queste ossa non sono altro che *vertebre trasformate*. Lo studio attento conferma questi rapporti non solo nell’occipite, ma anche nello sfenoide, nel palatino, nel mascellare superiore e nell’intermascellare. Quindi, il cervello non è che un’espansione – modificata in sommo grado – del midollo spinale; anzi, le strutture della testa sono già preformate (presenti in potenza) *nei segmenti inferiori*, cioè nella colonna vertebrale. Scrive, il 30 aprile 1790: “... *mi sono avvicinato di un intero stadio alla figura animale e alle sue svariate trasformazioni: e invero per uno stranissimo caso...*”. Per lo scrittore-scienziato non si tratta tanto di un rilievo di ordine puramente morfologico, quanto di una conferma a quella teoria – da lui stesso prospettata per le piante – di una legge unitaria con la quale la Natura plasma le forme organiche.

Senza entrare nei dettagli, e rinviando alla bibliografia per chi volesse approfondire, Goethe non andò molto oltre nel dimostrare il nesso tra questo suo pensiero generale ed il mondo della Biologia. Sulla sua scia, con diverse impostazioni, saranno Lamarck (1809) e Darwin (1859) a spiegare la Filogenesi (ossia, la comparsa e differenziazione dei viventi e delle loro strutture) con l'Evoluzione, considerata come un processo storico secondo cui tutti i viventi hanno un'origine comune, con caratteri selezionati dall'ambiente e differenziati dalla discendenza privilegiata dei più adatti (la c.d. Selezione Naturale) [14,15]. Mentre Haeckel (1866) spiegherà l'Ontogenesi individuale con la legge Biogenetica secondo cui lo sviluppo dell'individuo rappresenta una ripetizione della storia della specie: "ossia, l'Ontogenesi ricapitola la Filogenesi" [16]. Poi, con la scoperta delle leggi di Mendel sull'ereditarietà (1865) [17] e della molecola del DNA all'origine della trasmissione della vita (1944) [18], tutto è sembrato risolversi in chiave riduzionista ma inesplorata è rimasta ogni possibile equiparazione fra il supporto materiale (il genoma) e il significato profondo dell'oggettivarsi dell'Informazione Genetica in strutture e sistemi biologici gerarchizzati; poiché, questo fatto esige – immanente nella Natura e del tutto insondabile coi metodi classici della ricerca scientifica – un archetipo della forma (entelchia) e un substrato olistico, in tutto simile alla concezione di Goethe.

Ma quali sono gli effetti di queste idee alle fondamenta dell'Ortopedia? In primo luogo, la nozione che i segmenti ossei degli arti comprese le articolazioni sono *tutti formalmente identici*, essendo le diversità apparenti una conseguenza del diverso impatto avuto (nella filogenesi) con l'ambiente. In altri termini, *la loro forma è (la loro) funzione concretizzata*.

Questo significa sapere *a priori* che tutte le ossa e relativi distretti articolari *devono* possedere un medesimo piano organizzativo in tutti i livelli osservativi (macro e/o microscopici) e che ogni differenza situazionale e/o conformazionale (p.e. forma, disposizione, numero, spessore, ecc. delle ossa del braccio o della gamba, del piede o della mano) ha la sua ragion d'essere *fuori dall'organismo* nel contesto meccanico d'uso specifico: allo stesso modo con cui la forma di una chiave riporta (e corrisponde in termini complementari) all'incavo nella toppa, e viceversa. In via di principio, pertanto, si dovrebbe poter dedurre (e ricavare) l'una dall'altra.

Una conferma sono (p.e.) le indubbe somiglianze di forma anatomica (talvolta meglio osservabili in fasi asincrone dell'ontogenesi) che l'omero prossimale, il capitato del carpo, il femore prossimale, l'astragalo del tarso, ecc. presentano tra loro e il dato di fatto che ciò *automaticamente indica* la consimilarità di movimento mentre le differenze nei dettagli, *necessariamente riconducono* alle modalità specifiche di utilizzo meccanico della parte (spalla, polso, anca, caviglia, ecc.): nel grado e direzioni di movimento, nelle tensioni da sforzo, nelle leve impiegate, nelle ammortizzazioni e dissipamento dell'attrito, ecc. (Fig. 2).

FILO-ONTOGENESI DEGLI ARTI E DELLA MANO, E GENEALOGIA DELLA COXA MANUS. OSSIA:

DAL PALEOCARPO AL NEOCARPO

Assodato che la "forma" degli arti è da ricercare nelle cause ambientali che hanno operato nella Filogenesi, si tratta di esaminare adesso le tappe principale di questa morfogenesi; dettagliando – principalmente nell'arto superiore – polso e mano.

L'argomentazione farà riferimento ad altro studio del 2008 [41] – cui si rinvia per chi

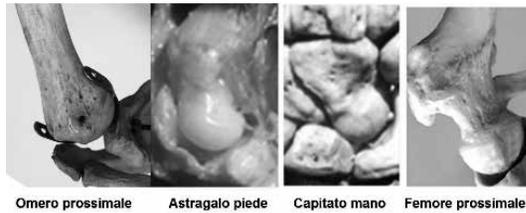


Figura 2. Le indubbie somiglianze di forma anatomica (talvolta meglio osservabili in fasi asincrone dell'ontogenesi) che l'omero prossimale, il capitato del carpo, il femore prossimale, l'astragalo del tarso, ecc. presentano tra loro, indicano l'origine da un prototipo comune.

volesse approfondire – nel quale si ribadivano essenziali alla comprensione: la *Teoria delle Metamorfosi* di Goethe, la Teoria dell'Evolutione (Darwin, 1859) [26], la *Legge Biogenetica* di Haeckel ed il fenomeno della *Neotenia* (Bolk, 1894) [21].

Nel taglio espositivo affrontato in questo studio, inoltre, risultano altrettanto fondamentali i *concetti Cibernetici dell'Epistemologia Sistemica* (Bateson, 1972) [19,20] e la nozione di *Coevoluzione*: ossia, *una modalità cibernetica di cambiamento evolutivo in cui due o più specie interagiscono in modo da creare input sistemico-ambientali tali da orientare reciproci e complementari adattamenti, per selezione naturale*.

Nel contesto di tali idee, la strutturazione degli arti nel corso dell'Evolutione è da considerare un processo di metamorfosi iniziata nell'animale, a carico di una medesima *struttura originaria* che – nella successione di specie avvicendatesi nel corso delle Ere geologiche – si è modificata convenientemente in modo da selezionare *adattamenti cibernetici complementari agli ambienti attraversati*, utili in termini di sopravvivenza. Tutto inizia nelle distese oceaniche del Cambriano (540-500 Milioni di Anni Fa,

MAF) a partire dagli *originari* filamenti branchiali dei primi Cordati; quando, l'input della forza idrostatica dell'acqua promuove la loro metamorfosi in una struttura meccanicamente oppositiva all'ambiente idrico, utile all'incremento del perimetro di procacciamento del cibo e quindi al vantaggio evolutivo: la *Pinna* dei Pesci.

Allo stesso modo, nel Devoniano (410-355 MAF), quando i pesci ossei Sarcopterigi si avventurano nella terraferma, è l'input della forza di gravità G a promuovere la metamorfosi delle loro pinne (pettorali e anali) alla dignità di *arti*, ulteriormente perfezionati nel Carbonifero-Permiano-Triassico (355-203 MAF) con la comparsa dei Tetrapodi (animali anfibi e poi rettili, con 4 arti), che diffonderanno in tutte le terre emerse del pianeta.

In questo lento processo evolutivo dai Pesci ai Tetrapodi, l'utilizzo oppositivo della forza di gravità G, metamorfizza il corpo animale in modo da sfruttare al meglio le leggi della Meccanica Newtoniana: ossia, formando una struttura scapolare anteriore (cingolo a prevalente funzione direzionale) e una pelvica posteriore (cingolo a prevalente funzione propulsiva), che configurano *l'arto articolato a tre segmenti* con: Stilopodio (braccio-coscia), Zeugopodio (avambraccio-gamba), Autopodio (mano-piede) quest'ultimo ulteriormente suddiviso in Basipodio (carpo e tarso), Metapodio (metacarpo e metatarso) e Acropodio con cinque raggi digitali. Questo prototipo si afferma come il meglio adatto alla locomozione terricola (Fig. 3). In questa, il ciclico e alterno irrigidirsi in estensione dei quattro arti solleva il corpo contro gravità per consentire poi, nel rilasciamento, una caduta con spostamento verso una data, *deliberata* direzione di movimento.

Il cingolo scapolare, in particolare – principalmente per il fatto di essere vicino la testa

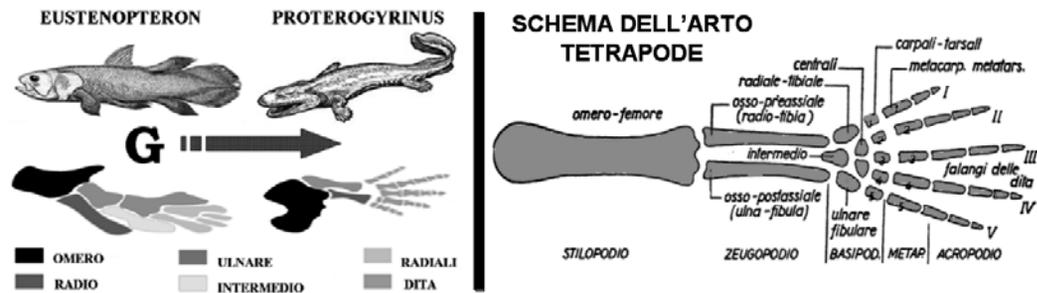


Figura 3. Nel passaggio dall'acqua alla terraferma, la meccanica antigravitaria (G) trasforma la pinna dei Crossopterigi (400 MAF) nell'arto dei primi Tetrapodi (350 MAF). L'arto tetrapode risulta dall'assemblaggio di ossa *tutte formalmente identiche* (come i rami di un albero) – moltiplicate e metamorfosate nel copia-incolla della lotteria evolutiva – secondo lo schema: 1-2-3-5 (non casualmente, corrispondente alla famosa serie di Fibonacci) [46].

Immagine sinistra tratta da Grippi G.M. Patomeccanica “regressiva” delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l'intervento di ricostruzione della Coxa Manus. Pubblicata con il permesso di Edizioni Minerva Medica da Minerva Ortopedica e Traumatologica 2008 Ottobre;59(5):283-98.

e la bocca dell'animale tetrapode – nell'Evoluzione, oltre alla vocazione direzionale tenderà a sviluppare un'attitudine prensile-manipolatoria finalizzata al procacciamento e assunzione del cibo.

Infatti, con riferimento all'iter morfogenetico della Mano, il suddetto input verso la fine del Permiano (295-250 MAF) favorisce l'avvento di Sinapsidi (animali con una sola apertura cranica temporale) e Rettili-Mammiferi (Terapsedi) con specie dotate di notevole stabilità e versatilità meccanica dell'Autopodio Anteriore. Anzi, in taluni animali coevoluti con la flora primitiva dell'epoca – soprattutto Gimnosperme (piante e felci arboree dal seme nudo, senza frutto) – come i Megalancosauri (con resti italiani rinvenuti in Val Preone, nei pressi di Udine, in strati del Triassico superiore – circa 215 MAF), l'abitudine di predare sugli alberi conferisce all'autopodio anteriore caratteri marcatamente prensili. Infatti, questo animale lungo appena 25 cm possedeva una serie di specializzazioni uni-

che. La sua testa era piccola, simile a quella di un uccello e posta su di un lungo collo flessibile. Nella zona scapolare, le vertebre dorsali e cervicali formavano una gobba di ancoraggio per i potenti muscoli del dorso. Le zampe anteriori terminavano in vere e proprie “mani” con cinque dita; le tre interne si opponevano alle altre due, in modo da creare una “pinza” atta ad afferrare i rami. Analogamente, le zampe posteriori erano fornite di “alluce” opponibile. La lunga coda, muscolosa e prensile, forniva un ulteriore mezzo di aggancio e spostamento.

Ma ancora nel Triassico (250-203 MAF) l'input coevolutivo alimentare determinato dalla crescita di felci con alto fusto, sollecita altri Rettili terricoli ad ergersi sugli arti posteriori; cosicché l'arto superiore disimpegnato dalla locomozione sviluppa più marcati caratteri prensili-manipolatori (analoghi a quelli poi caratteristici nei Primati).

Tale formidabile salto evolutivo nella meccanica del cingolo scapolare, si concretiz-

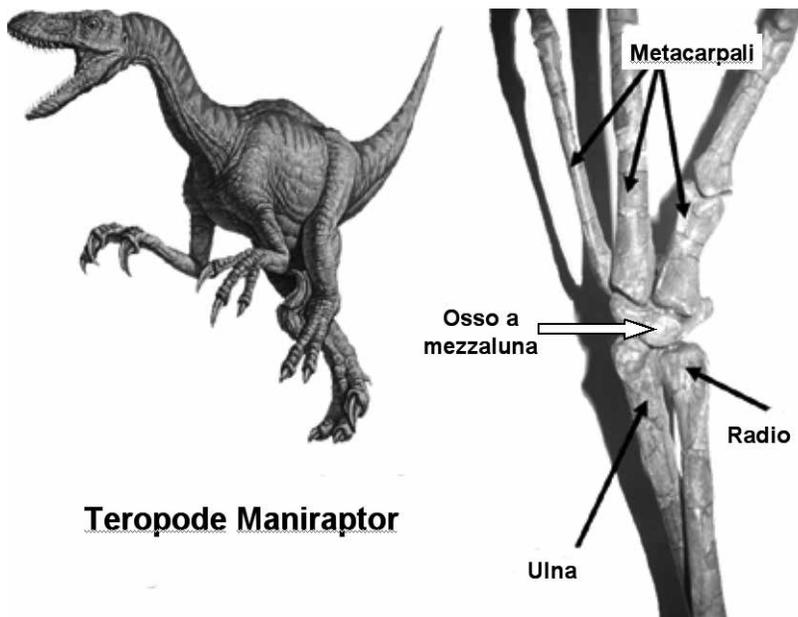
za nei Dinosauri *bipedi* (con arti posteriori dritti ventralmente, e deambulazione digigrada) come l'erbivoro Plateosaurus che possedeva zampe anteriori capaci di pronosupinazione, con secondo raggio allungato, pollice opponibile e cinque dita prensili in grado di afferrare e dirigere alla bocca le fronde arboree.

Da rimarcare, in questo stadio evolutivo, l'assetto primitivo del basipodio autopodiale, caratterizzato dalla presenza di una sola filiera ossea, ridotta ad un paio di elementi al centro del carpo, mantenuti su radio e ulna da un'ampia struttura fibro-meniscale. Analogo assetto è in altri dinosauri carnivori del Giurassico (203-135 MAF), con la differenza che l'input della predazione – occorrendo per questa maggiore forza e

velocità – in talune specie ha favorito la diminuzione delle ossa autopodiali, con fusione tra loro di quelle basipodiali. Infatti, nei Teropodi Maniraptors le ossa carpali si fondono nel grande *osso a mezzaluna* (omologo del capitato-uncinato) in diretto contatto col radio distale.

Nell'evoluzione, tale strutturazione unifiliera articolare del basipodio anteriore dei Rettili precorre il carpo bi-filiera-articolare dei Primati. In questi, come innanzi discusso, verrà a differenziarsi la più sofisticata articolazione centro-carpica della *Coxa Manus* (Fig. 4).

Ancora nel tardo Triassico, in parallelo alla speciazione dei dinosauri, avviene la separazione dai rettili Sinapsidi di Terapsidi del gruppo dei Cinodonti e da questi è proba-



Teropode Maniraptor

Figura 4. L'Osso a Mezzaluna dei Teropodi Maniraptora, privo del “menisco” della I filiera, rappresenta l'antesignano evolutivo della Coxa Manus dell'Uomo (foto scattata all'American Museum of natural Hystory, New York).

Immagine tratta da Grippi G.M. Patomeccanica “regressiva” delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l'intervento di ricostruzione della Coxa Manus. Pubblicata con il permesso di Edizioni Minerva Medica da Minerva Ortopedica e Traumatologica 2008 Ottobre;59(5):283-98.

bile siano derivati i Mammiferi Mesozoici (proto-mammiferi) rinvenuti in fossili, datati circa 200-205 MAF. Fra questi il Megazostrodon ed il Morganucodon, somiglianti agli attuali toporagni e con *l'autopodio anteriore prensile*.

Com'è noto, la classe dei Mammiferi non poté svilupparsi se non dopo l'estinzione di massa del tardo Cretaceo (135-65 MAF), dando luogo per un fenomeno di radiazione adattativa ad una rapidissima diversificazione di forme e dimensioni e riempiendo ogni nicchia ecologica lasciata vacante dai Dinosauri.

Fra le caratteristiche fondamentali dei Mammiferi: la presenza di pelo, di ghiandole mammarie, di dentatura eteromorfa, di labbra e guance, di un orecchio esterno, di un cuore con 4 cavità, di polmoni a struttura alveolare, del diaframma, di un palato secondario, di ghiandole sudoripare, di una neocorteccia nel cervello, ecc.; in particolare, i loro arti sono disposti sotto il corpo, perpendicolari alla colonna vertebrale, ciò favorendo più veloci e prolungati movimenti, con l'Autopodio dal prototipo pentadattile sempre riconoscibile.

Da rimarcare che, rispetto ai Rettili, fin dagli esordi il Basipodio mammaliano configura una duplice filiera ossea e che le estremità meta-acropodiali delle attuali specie viventi – tutte quante derivate dal gruppo principale dei Placentati – si caratterizzano per la notevole variabilità di conformazioni: invariabilmente, sempre correlate e complementari – in termini cibernetico-adattativi – all'habitat, all'alimentazione, progressione locomotoria del genere e/o della specie, ecc.

Ossia, il pleiomorfismo esibito negli arti dei mammiferi rimanda al fatto che ogni specifica conformazione autopodiale ha la sua ragion d'essere – *fuori dall'organismo* –

negli input ambientali e nel contesto meccanico d'uso specifico che ne hanno condizionato la meta-morfo-genesi, per selezione naturale.

In tal senso e come innanzi approfondito, l'architettura base della mano dell'Uomo può essere spiegata da quegli adattamenti alla vita arboricola strutturati nei proto-mammiferi del Giurassico e quindi ereditati dal mammifero capostipite dei placentati: probabilmente, un piccolo insettivoro ricoperto da peli e dotato di una lunga coda; comparso circa 200-400 mila anni dopo l'estinzione del Cretaceo.

Da questo insettivoro si ritiene derivato nel Paleocene (± 60 MAF) l'ordine dei Primati, cui appartiene anche l'Uomo, con la tipica morfologia dei loro arti che comprende: clavicola sempre presente, prono supinazione antibrachiale, quadrumania e plantigradia con cinque dita su ogni zampa, con I raggio (pollice e alluce) quasi sempre opponibili e corte unghie per una presa salda su rami e cibo; altre caratteristiche sono la dentatura non specializzata, caratteristica di dieta prevalentemente vegetariana, in particolare frugivora (a base di frutta); la visione a colori e binoculare, con gli occhi cioè rivolti in avanti, per visualizzare bene le distanze in maniera tridimensionale ecc.

Tale configurazione e attitudini corporee rimandano alla coevoluzione adattativa con gli input dell'ambiente arboreo che già nel Giurassico, circa 135 MAF, si era differenziato nell'avvento delle Angiosperme: con giungle e foreste tropicali di alte piante floreali dal fusto legnoso e dai frutti colorati, in grado di offrire protezione e sicuro nutrimento.

Lo sviluppo di tale flora superiore coevolva di pari passo con quella degli animali utilizzatori. Infine, principalmente conformando gli ultra specializzati da tale ecosistema: i Proto-mammiferi mesozoici prima

e poi anche i Primati, con specie ancestrali di scimmie antropoidi (perennemente sugli alberi) in cui l'Autopodio Anteriore – per il fenomeno della convergenza evolutiva (ossia, lo sviluppo di strutture e adattamenti simili in stirpi animali sottoposte a medesime pressioni ambientali) – si modella sul medesimo percorso evolutivo dei Dinosauri: cioè, emancipandosi dalla locomozione terriicola e potenziando le funzionalità prensili e manipolatorie.

In termini anatomici, ciò si concretizza nel prototipo della Mano primatile con cinque raggi digitali nel meta-acropodio, con il pollice opponibile; e *nel basipodio due filiere ossee con al centro intercalata una articolazione enartrosica* costituita dalla giustapposizione della testa del capitato su emiscafoide prossimale e lunato: la c.d. *Coxa Manus* (CM) [25] – nella nostra specie, la “vera” e più “antica” articolazione del carpo, su cui si svolge il moto fondamentale del c.d. “*Dart-Trowing Motion*” (DTM) [26-28], e la cui sconnessione genera l'Instabilità Carpale (Fig. 5).

Tale strutturazione del carpo – che comporta che le due filiere ossee (semi-planari ed emisferiche) risultino concentricamente articolate una dentro l'altra: c.d. Carpo Biaricolare Concentrico (CBC) – si configura durante la *Brachiazione* [29] assecondando il comportamento alimentare prevalentemente frugivoro conseguente l'habitat di Angiosperme. Per cui, l'autopodio anteriore si specializza nel mantenere il corpo in sospensione con la presa delle dita di una delle mani, impiegando l'altra nella raccolta, sbucciatura e imboccamento del frutto; e nella locomozione rampicante sui tronchi o aerea, procedente con agganci e ripetuti salti tra i rami e le liane nella foresta.

Ed effettivamente, il CBC concretizza la meccanica della brachiazione: essendo funzionante come *un giunto cardanico* capace

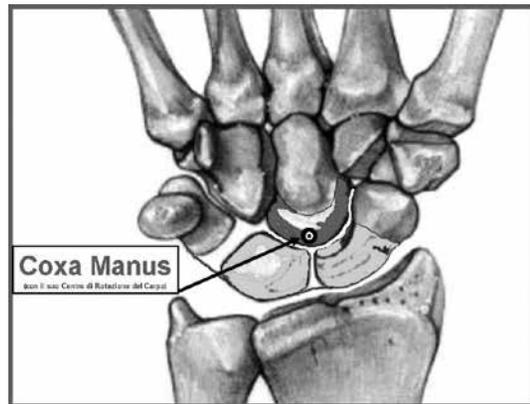


Figura 5. La Brachiazione ha strutturato al centro del carpo *un'enartrosi* costituita dalla giustapposizione della testa del capitato su lunato ed emiscafoide prossimale: la *Coxa Manus*, nella nostra specie, la “vera” e più “antica” articolazione del carpo, su cui si svolge il moto fondamentale del “*Dart-Trowing Motion*” e la cui sconnessione genera l'Instabilità Carpale.

di trasmettere il moto tra l'avambraccio e la mano in un arco, fino a quasi 180° in tutte le direzioni, e come questo congegnato in modo che, tra una doppia filiera ossea (invece che una soltanto, come nei Saurischi e Teropodi) risulti collimato un punto vettoriale fisso su cui svolgere il movimento: c.d. *Centro di Rotazione* (CR), incidente nella CM sulla testa emisferica, *prossimalmente orientata*, del capitato.

Il vantaggio meccanico di tale struttura deriva dalla sua notevole resistenza ed intrinseca stabilità meccanica allo sforzo (principalmente, il carico a compressione). Ciò per il fatto che, essendo la duplice filiera ingabbiata da tendini (capaci di coattare le ossa, *nella stabilizzazione attiva*), vincolata da legamenti variamente elastici e robusti (per questo capaci di *stabilizzazione passiva*), e conformata come *due archi romanici combacianti* (Fig. 6) – con lo sforzo ten-

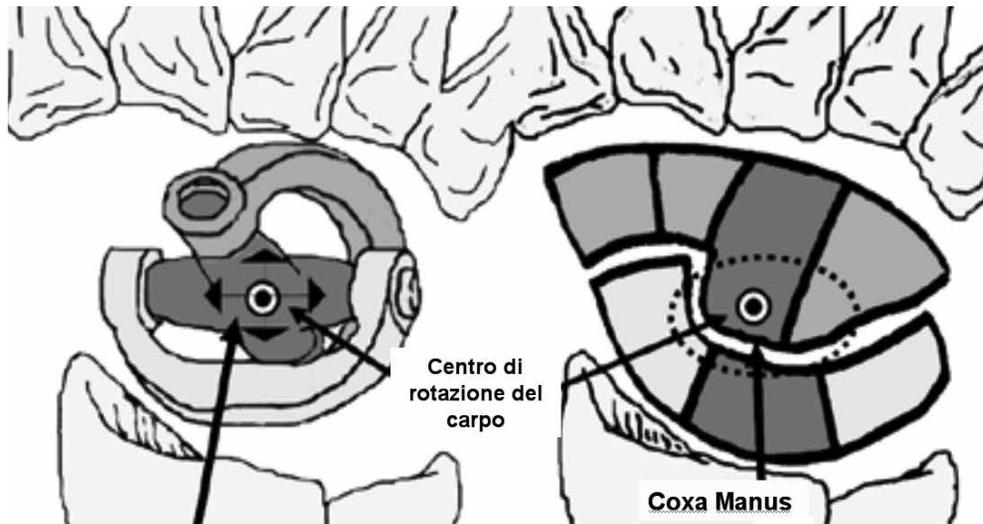


Figura 6. L'assemblaggio cardano-romanico del Carpo Biarticolare Concentrico: il funzionamento di tipo cardanico mantiene nel Centro di Rotazione, localizzato nella testa del Capitato, un punto vettoriale "fisso" che consente al cervello di calibrare, in via riflessa, il movimento. Nella Coxa Manus avviene la contrapposizione fra il Capitato ed il Lunato, ossa che costituiscono le corrispettive "chiavi di volta" di due archi romanici combacianti (rispettivamente, I e II filiera).

Immagine tratta da Grippi G.M. Patomeccanica "regressiva" delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l'intervento di ricostruzione della Coxa Manus. Pubblicata con il permesso di Edizioni Minerva Medica da Minerva Ortopedica e Traumatologica 2008 Ottobre;59(5):283-98.

sionale, *indifferentemente in trazione o in compressione*, aumenta il serraggio delle "chiavi di volta" arcali rappresentate, *rispettivamente dall' osso capitato distalmente, e dal semilunare prossimalmente* – così assicurando la massima coerenza, la stabilità meccanica ed una certa refrattarietà disfunzionale al danno centrocarpico.

Infatti, nella clinica è facile constatare la prevalenza di lesioni post-traumatiche nel radio distale e/o nella I filiera, rispetto quelle della II filiera. Ciò rappresenta un'ulteriore conseguenza selettiva della brachiazione (in animali che sugli alberi erano soggetti a cadute e all'utilizzo degli arti nella protezione del tronco e della testa). Per cui, la filiera prossimale si è conformata e pre-

disposta per assorbire in se stessa e/o deviare l'energia traumatica di un eventuale impatto principalmente sulla radio-carpica; rappresentando per ciò un formidabile scudo, posto a protezione della CM e del suo DTM.

Per quanto concerne l'origine dell'architettura ossea della Coxa Manus è ipotizzabile la già citata Neotenia – ossia, *il fenomeno evolutivo per cui negli individui adulti di una specie possono permanere caratteristiche morfologiche e fisiologiche presenti nelle forme giovanili*. Nello specifico, gli input mecano-ambientali della Brachiazione avrebbero favorito – con mutazioni fortuite di riedizione neotenuca del *carpo crossopterigico ancestrale* (con numero

variabile di ossa basipodiali) – la selezione di configurazioni casualmente adatte al bisogno che poi sono rimaste implementate nell’Ontogenesi, fino a *divergere e tipizzare nei discendenti* la strutturazione bi-articolare del carpo.

In altri termini, nel percorso filetico dai Terapsidi alle Scimmie, la radio-carpica dei Rettili *diventa* medio-carpica nei Primati, con uncinato e capitato spostati in seconda fila. Mentre il menisco rettiliano radio-distale differenzia la *fibrocartilagine triangolare* (a ridosso dell’ulna distale) e le ossa in *prima filiera prossimale*, del condilo radio-carpico primatile.

In conseguenza, *nell’anatomia normale* del massiccio carpale è possibile individuare due segmenti trasversali, dall’ontogenesi differenziata: distalmente una parte più antica (rettiliana): il *Paleo-carpo* rappresentato dalla coppia capitato-uncinato compresa la medio-carpica che nella *Coxa Manus* detiene il privilegio del riferimento meccanico (il CR) ed il preciso svolgersi del DTM; prossimalmente una parte più recente (primatile): il *Neo-carpo* rappresentato dalla prima filiera compresa la radio-carpica che nell’evoluzione si sovrapponeva al primo per ottimizzare la funzione prensile e al meglio proteggere dal trauma la stabilità e capacità base di movimento, (almeno) al centro del carpo.

Come dettagliato in [41], comparazioni anatomiche di Lewis sul carpo di primati, danno consistenza alla suddetta tesi [30,31]. In particolare, nelle proscimmie Lorisine, il cui carpo esibisce una architettura di transizione tra i Rettili e l’Uomo; con scafoide prossimale assente, iposviluppo del semilunare e menisco radio-ulno-carpale incompleto sul versante radiale e parzialmente fibrocartilagineo; con i movimenti principali che si svolgono prevalentemente a ridosso dell’ar-

ticolazione medio-carpica, *sull’ampio condilo emisferico costituito dalla coppia capitato-uncinato, in una configurazione che rimanda all’osso a mezzaluna dei Teropodi Maniraptors, del Giurassico* (Fig. 7).

Altri riscontri sono verificabili in fasi precoci dell’ontogenesi. Infatti, nell’embrione umano di circa 10 mm – età gestazionale 5-6 settimane (sg) – l’autopodio anteriore (Lamina Manus) presenta il mesenchima suddiviso in tre parti; per cui *la morfogenesi della Mano agli esordi dello suo sviluppo embrionario, attraversa una fase Rettiliana con tre sole dita*. Poi, nelle ossa del carpo è presente un gradiente temporale di ossificazione: cominciano il capitato e l’uncinato (6 mesi-1 anno), quindi, l’epifisi radiale distale (2 anni). Infine, a seguire, *il condilo carpale (la I filiera)* con comparsa dei centri di ossificazione di piramidale, lunato e scafoide, rispettivamente a 3, 4 e 6 anni [32].

Altre osservazioni, riguardano la presenza di uno sfasamento temporale nella cavitazione articolare del mesenchima basipodiale embrionale: per cui, nel feto di 13 cm (a 3,5 mesi di età gestazionale) la medio-carpica è già formata, mentre la radio-carpica è ancora in massima parte coalescente.

Quindi, assecondando la legge Biogenetica di Haeckel, tutto concorre a far ritenere che le succitate sequenze di maturazione morfogenetica ripropongano l’iter mecano-evolutivo delle strutture ossee ed articolari del carpo, durante la filogenesi; suggerendo, in particolare, che *il distretto articolare della Coxa Manus sarebbe (in termini di comparsa evolutiva) il più antico, cronologicamente preesistente il formarsi e tipico assemblaggio delle ossa della I filiera nella costituzione del condilo radio-ulno-carpale*.

Altri indizi derivano dall’osservazione embrionaria di un carpo crossopterigico [33]

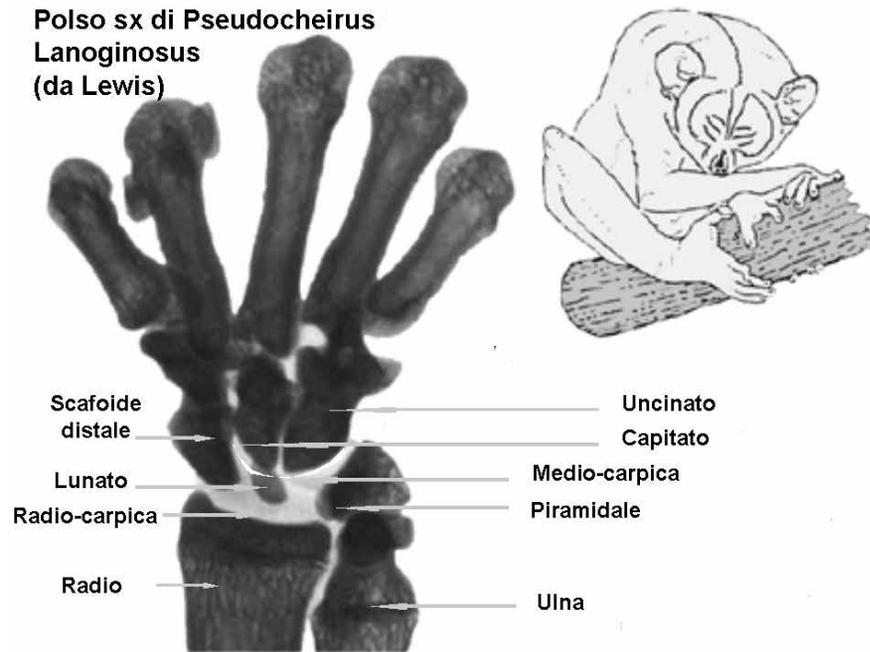


Figura 7. Nelle proscimmie Lorisine, il carpo ha un assetto intermedio tra i Teropodi e l’Uomo: con condilo carpale fibrocartilagineo, Scafoide prossimale assente, ipoplasia del Lunato. I movimenti, centrati nella mediocarpica, avvengono sull’ampia emisfera condilica data dalla giustapposizione Capitato-Uncinato, in una configurazione che rievoca l’Osso a Mezzaluna.

Immagine tratta da Grippi G.M. Patomeccanica “regressiva” delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l’intervento di ricostruzione della Coxa Manus. Pubblicata con il permesso di Edizioni Minerva Medica da Minerva Ortopedica e Traumatologica 2008 Ottobre;59(5):283-98.

e di strutture mesenchimali interpretabili come vestigia ontogenetiche dell’originario menisco radio-carpico dei rettili [30,34-36].

Ancora, la singolare circostanza che nella patologia congenita delle Sinostosi Carpali non siano mai state osservate fusioni ossee capitato-lunato, rimarca l’essenzialità funzionale della Coxa Manus [37].

In definitiva, con la duplice filiera carpale, i Primati – diversamente dai Dinosauri – poterono rafforzare la vocazione prensile dell’arto superiore e nella Mano l’attitudine manipolativa con affinamento della gnosi tattile e presa interdigitale, ciò paral-

lamente alla *scoperta cognitiva di strumenti*. Infatti nel carpo, la configurazione della CM – con la testa del capitato prossimalmente orientata – attesta che l’articolazione ha riferimento privilegiato sul braccio *mantenuto relativamente fermo* e ciò denuncia la vocazione ai precisi movimenti *della circumnduzione* finalizzati alla manovra e/o lancio di oggetti – fondamentalmente corrispondenti al DTM – come per esempio l’utilizzo di una selce, di un punteruolo, di un pennello o per scagliare armi, ecc. (Fig. 8). Così, nel Pliocene (7-3 MAF), lungo la Rift Valley africana, in scimmie antropoidi e neoteniche – presumibilmente indotte

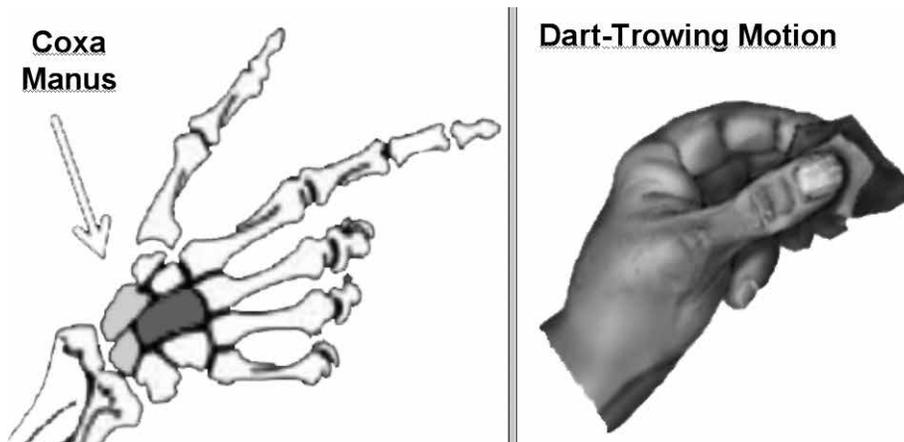


Figura 8. Nel carpo, la configurazione della Coxa Manus – con la testa del capitato prossimalmente orientata – attesta che l’articolazione ha riferimento privilegiato sul braccio *mantenuto relativamente fermo* e ciò denuncia la vocazione ai precisi movimenti *della circumduzione* finalizzati alla manovra e/o lancio di oggetti – fondamentalmente corrispondenti al Dart-Trowing-Motion – come p.e. l’utilizzo di una selce, di un punteruolo, di un pennello o per scagliare armi, ecc.

(dai cambiamenti climatici e/o dal restringersi della foresta pluviale) ad avventurarsi nell’erba alta delle aride savane – la dote di raffinata prensilità concretizzata nell’arto superiore, combinata con il bipodalismo e stazione eretta obbligati dal nuovo habitat, fecero probabilmente affiorare nel cervello *il pensiero simbolico*. Con ciò, innescando l’Ominazione e con questa la comparsa della civiltà. Per cui il Pensiero, nell’attuale Homo Sapiens è potuto farsi azione e concretizzarsi nei manufatti del lavoro e dell’Arte. Conseguentemente, in coevoluzione a tali input culturali, si è morfosata la mano: sempre più svezzandosi dal tratto scimmiesco e divenendo essa stessa strumento segnico di linguaggio e comunicazione. Tutto ciò, nell’anatomia del carpo si è tradotto in forme osse più morbide e neoteniche – p.e. la minore altezza della cresta radiale distale S-L o il giunto a sfera della Coxa Manus meglio disegnato e più cefalo-capitato, con relativo smussamento

della componente (più arcuata) dell’uncinato, ecc.

ESPRESSIONE DEL PRINCIPIO DI REGRESSIONE NELLA PATOMECCANICA DEL CARPO ADATTATIVO

L’iter evolutivo della Mano si manifesta immanente nelle sue funzionalità motorie primitive. Infatti, con le mani è consentito nuotare, deambulare, scalare alberi, ecc.

Allo stesso modo, nella sua architettura è stratificato il compendio anatomico della filogenesi. Da ciò, il fatto che ogni eventuale accadimento lesionale possa esprimere, in termini anatomo-patologici, tappe a “ritroso” del medesimo iter, secondo il (già citato) Principio di Regressionione.

In particolare nel carpo, l’assetto meccanico di eventuali dismorfie acquisite nell’adulto (traumatiche e/o degenerative), ancorchè con severo danno radio-carpico, tende spontaneamente verso una funzione “regressa” che talvolta (paradossalmente)

è utile e duratura abbastanza, da risultare clinicamente affatto tollerata e inapparente. Tale riassetto della cinematica carpale corrisponde al c.d. Carpo Adattativo (CA) [38], in cui è possibile verificare l'emergere di una modalità di funzionamento ancestrale del massiccio carpale, per cui il movimento – più o meno impedito dal danno radiocarpico – tende a concentrarsi nella medio-carpica indenne, insistendo sulla testa del capitato. Tale condizione esprime il decadimento della funzione bi-articolare verso quella mono-articolare – ossia, l'interdizione del Neo-Carpo a favore del Paleo-Carpo con rievocazione di un assetto ancestrale analogo a quello dei Teropodi del Cretaceo il cui carpo prensile possedeva l'unico osso a mezzaluna (omologo del capitato-uncinato) direttamente articolato sul radio distale, con utilizzo privilegiato della CM ed articularità ridotta al DTM (circa 35°– 0 – 50° di *utile movimento* in flessione-estensione), di certo *bastevole nelle ordinarie occupazioni*.

In tal senso, la patomeccanica del CA rappresenta lo stereotipo potenziale di qualsivoglia alterazione anatomica (congenita o acquisita) del Neocarpo: emergente, oltre che nelle fratture, in altre patologie come il Madelung, il Kienboeck, il polso SNAC, SLAC, SCAC, ecc., con rare eccezioni.

Per cui – pur nella diversità etiologica e dei decorsi – comune denominatore di tali affezioni è il possibile strutturarsi di un CA, in genere, coi segni tipici dell'Instabilità Carpale (quindi, con riscontro patognomonico di sub-lussazione cefalo-capitato) in un processo variabilmente discontinuo, sintomatico soltanto mentre la dislocazione del CR è “in fieri”. Per cui, non infrequente è la remissione del dolore quando la pur precaria configurazione si assesta e non sono richieste elevate prestazioni.

E tuttavia, tale adattamento è tutt'altro che durevole. Sarà eventualmente, la degenerazione nella CM (più di tutto, il danno cefalo-capitato) a precipitare i sintomi e a far deragliare il CA verso il blocco antalgico ed il definitivo sconquasso architettonico.

IL GRAAL DELLA CHIRURGIA DEL POLSO E LA CHIRURGIA DELLA COXA MANUS

Dalla MBC e dalla para-fisiologia naturale del Carpo Adattativo sono derivati gli interventi innovativi della Chirurgia della Coxa Manus (CCM) [39-45] con l'obiettivo del recupero – nel carpo altrimenti irreparabile – della stabilità e propriocezione del Centro di Rotazione (CR) e (quantomeno) dell'articularità del DTM.

Ossia: nella specifica lesione carpale, in primo luogo bisogna valutare la possibilità della restituito ad integrum. Se ciò è fattibile, allora per riposizionare il CR potrà essere sufficiente l'osteosintesi e/o la riparazioni di eventuali lesioni legamentose (es. in una frattura e/o pseudoartrosi di scafoide, o in una dissociazione S-L, ecc.). Viceversa, quando non è possibile il reintegro anatomico, si procede con *soluzioni che ottimizzano il naturale processo di adattamento nei termini della “elementarizzazione del massiccio carpale con concentrazione del movimento nella CM, ossia, sulla testa del capitato o, se questa a sua volta danneggiata, su una protesi cefalo-capitato sostitutiva”* [39,40]. Tale metodologia – che l'empirismo della chirurgia tradizionale aveva inconsapevolmente applicato nella Carpectomia Proximale – rappresenta il “*Graal della Chirurgia del Polso*” [38,43] (Fig. 9).

Particolarmente utile e versatile nelle specificità cliniche di CA, è la *Ricostruzione della Coxa Manus* consistente in un'artrodesi radio-carpica con resezione dello scafoide distale (artrodesi radio-luno-emiscafoidea), effettuata per via volare [39] (Fig. 10).



Figura 9. Nella Chirurgia della Coxa Manus è ridimensionata l'importanza del recupero chirurgico del Neocarpus (radio-carpica e/o I filiera), quando danneggiato irrimediabilmente. In alternativa, valida opzione è concentrare tutto il movimento sul Paleocarpus (sulla testa del Capitato). Tale concetto metodologico rappresenta il "Gaal" della Chirurgia del Polso.

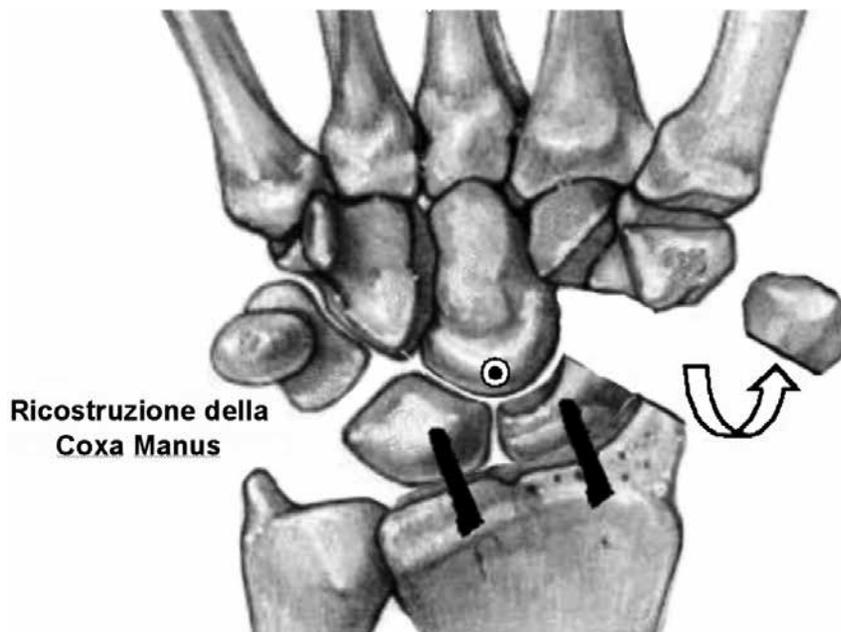


Figura 10. Particolarmente utile e versatile è la *Ricostruzione della Coxa Manus* consistente in un'artrosi radio-carpica con resezione dello scafoide distale (artrosi radio-luno-emiscafoidea), effettuata per via volare. L'intervento elimina ogni residuo movimento nella radio-carpica danneggiata, e viceversa amplifica quello della medio-carpica indenne, con transizione dalla meccanica bi-articolare a quella uni-articolare.

RISULTATI

Per la casistica e i risultati della CCM. I dettagli sono riportati nei lavori citati in bibliografia e a questi si rimanda [38-45].

DISCUSSIONE

Oltre che rivisitare la Filo-Ontogenesi della Mano in modo affatto originale, nell'intento di comprenderne il profilo morfo-evolutivo nei suoi rapporti dialettici con l'ambiente ed in termini storico-strutturali. Altro significato di questo studio è l'offerta di un diverso paradigma epistemologico: ossia, il suggerimento di un metodo generale con cui progettare l'innovazione chirurgica – il più possibile al riparo dal caso e dall'empiria – utilizzando lo strumento concettuale del Principio di Regressione, integrato alla visione naturalistica di Goethe.

Nella nostra specifica esperienza di Chirurgia della Mano, il suddetto collegamento – concettualmente maturato nel corso di alcuni lustri – ha permesso un più alto punto di vista e con ciò obbligato a riconsiderare il danno carpale in termini nuovi, orientando a individuare la Coxa Manus e la biomeccanica del Carpo Biarticolare Concentrico e a ritrovare nella Filo-Ontogenesi le suggestioni innovative della Chirurgia della Coxa Manus.

Durante il percorso, è altresì maturata una diversa considerazione – in senso cibernetico-strutturalista – del danno anatomico (come, regressione locale del contenuto informativo-architettonico prodottosi nell'evoluzione) e, insieme, l'esigenza di reinterpretare l'atto chirurgico, allo stesso modo: come un *input ambientale* (progettato dalla mente esperta del chirurgo) *da introdurre nell'architettura danneggiata in direzione della norma anatomica* – ossia, verso l'attuale standard filogenetico.

Problematico è però discernere in questa norma le “funzioni concretizzate” ed il loro farsi storico-strutturale, nell'iter Evolutivo. A ciò deve supplire la nozione della Forma Goethiana e del suo divenire filo-ontogenetico, che nel nostro essere ortopedici significa approfondita conoscenza delle *Origini* dell'anatomia e fisiologia degli Organi di Movimento, in termini di Morfogenesi.

Così, allora è possibile una chirurgia ortopedica “sistemica” capace di ottimizzare i “regressa” locali e “re-informare” la parte danneggiata.

In ciò, vale l'esperienza positiva della CCM. Con l'ulteriore suggerimento di considerare tale *innovazione* soltanto una esemplificazione locale. Poiché, l'isomorfismo di queste idee vale in altre strutture e situazioni patologiche dell'Organismo; e di certo, celate nella Filogenesi, altre opportunità chirurgiche attendono di essere rivelate.

BIBLIOGRAFIA

1. Wisdom JO. The Hypothesis of Cybernetics. In: The British Journal for Philosophy of Science, vol. 11, 5 1, may 1951.
2. Wiener N. Introduzione alla cibernetica. Boringhieri, Torino, 1966.
3. Waddington HC. Strumenti per pensare, un approccio globale ai sistemi complessi. Biblioteca EST, Milano, 1977.
4. Bateson G. Verso un'ecologia della mente. Adelphi ed. S.p.A., Milano, 1976.
5. Von Bertalanffy L. Teoria generale dei Sistemi. Mondadori Studio, Milano, 1983.
6. Bateson G. Mente e Natura. Adelphi ed. S.p.A., Milano, 1984.
7. Grippi GM. La Teoria Generale dei Sistemi in Ortopedia – Saggio monografico sull'ipotesi biocibernetica delle dismorfie del piede con particolare riguardo all'Allux Valgus – Atti e Memorie della S.O.T.I.M.I. Vol. XLIX (2), 1986.

8. Gentili C, Turci PE. Aspetti teorici e clinici della regressione in psichiatria. Il punto di vista organo-dinamico e psicodinamico. *Note e Riv. Di Psichiatria*, 1965;7(5).
9. McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg Br*. 1978 May; 60-B(2): 150-62.
10. Gage FH, Ray J, Fisher LJ. Isolation, characterization, and use of stem cells from the CNS. *Annu Rev Neurosci* 1995; 18: 159-92.
11. Goethe JW. Teoria della natura. Boringhieri, Torino, 1968.
12. Goethe JW. Opere a cura di Vittorio Santoli. Sansoni Editore, Firenze, 1970.
13. Steiner R. Le opere scientifiche di Goethe. Melita editori, Milano, 1988.
14. Omodeo P. Opere di Jean Baptiste Lamarck. UTET, Torino, 1969.
15. Darwin C. L'origine delle specie (intr. Montalenti G.). Editore Boringhieri s.p.a., Milano, 1967.
16. Haeckel E. *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlino, t. 11, 300, 1866.
17. Di Trocchio F. Legge e caso nella genetica mendeliana. Franco Angeli ed., Milano, 1989.
18. Bonner JT. *Le idee della Biologia*. Biblioteca della EST., Milano, 1964.
19. Bateson G. *Verso un'ecologia della mente*. Adelphi ed. S.p.A., Milano, 1976.
20. Bateson G. *Mente e natura*. Adelphi ed. S.p.A., Milano, 1984.
21. Bolk L. *Il problema dell'ominazione*, A cura di Rossella Bonito Oliva. Derive Approdi, Roma, 2006.
22. Paparella Treccia R. *Il piede dell'Uomo, profilo storico-strutturale*. Verduci editore, Roma, 1977.
23. Pisani G. *Trattato di Chirurgia del piede*. Ed. Minerva Medica, Torino, 1990.
24. *Enciclopedia Italiana delle Scienze Vol. II. Gli Animali vertebrati: i Primati* 641-704. Istituto Geografico De Agostini, Novara, 1969.
25. Grippi GM. *Cinematica del condilo carpale con introduzione al Modello Carpale Biarticolare Concentrico (MBC) e sua applicazione al problema dell'instabilità carpale*. *Riv. Chir. Riab. Mano Arto Sup.*, 34 (3), 389-401, 1997.
26. Fisk GR. *La Biomecanique de l'articulation du poignet*. In: Tubiana R, editor. *Traite de chirurgie de la Main*. Masson, Parigi, 1980, pp. 171-6.
27. Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R. *Functional wrist motion: a biomechanical study*. *J Hand Surg*. 1985; 10A: 39-46.
28. Wolfe SW, Crisco JJ, Orr CM, Marzke MW. *The Dart-Throwing Motion of the Wrist: Is It Unique to Humans?* *J Hand Surg Am*. 2006 Nov; 31(9): 1429-37.
29. Byron CD, Herbert H. *Unexpected locomotor behaviour: brachiation by an Old World monkey (Pygathrix nemaeus) from Vietnam*. *Cover Journal of Zoology*, 263: 101-106 Cambridge University Press, 2004.
30. Lewis OJ. *Derived morphology of the wrist articulations and theories of Hominoid evolution. Part I. The lorisine Joint*. *J. Anat*. 1985; 140(3): 447-60.
31. Lewis OJ. *Derived morphology of the wrist articulations and theories of Hominoid evolution. Part II. The midcarpal Joint of Higher primates*. *J. Anat*. 1985; 142: 151-72.
32. Bonola A, Caroli A, Celli L. *La Mano*. Piccin editore, Padova, 1981, pp.3-42.
33. Tardif B, Duparc F, Muller JM, Freger P. *Embryology of the human carpal bones (triangular cartilage, central carpal bone, morphogenesis of the scaphoid)*. *Chir. Main*. 1998; 17(3): 266-76.
34. Oztuna V, Coskun B, Polat A, Kuyurtar F. *The development of the wrist joint in the fetal period*. *Acta orthop. Traumatol Turc*. 2003; 37(3): 254-60.
35. Merida-Velasco JA, Garcia-Garcia JD, Espin-Ferra J, Sanchez-Montesinos I. *Development of the human wrist joint ligaments*. *Anat Rec*. 1996 May; 245(1): 114-21.
36. Kauer JM: *The cubito-carpal region in gibbons*. *Bull Assoc Anat (nancy)*, 1976 Dec; 60(171): 705-12.

37. Canepa G, Pelizza A, Pietrogrande V. Le malattie dello scheletro in età evolutiva. Vol 1, Piccin Nuova Libreria, Padova, 1987.
38. Grippi GM, Cugola L. Carpo adattativo e trattamento con la chirurgia della Coxa Manus. Riv. Chir. Mano 2011; 48 (2).
39. Grippi GM. La ricostruzione della "Coxa Manus" – Indicazioni e tecnica chirurgica. Riv. Chir. Mano 2003; 40 (3).
40. Grippi G.M. La protesizzazione del capitato – Indicazioni e tecnica chirurgica. Riv. Chir. Mano 2006; 43 (1).
41. Grippi GM. Patomeccanica "regressiva" delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l'intervento di Ricostruzione della Coxa Manus. Min. Ort. Traum. 2008; 59 (5).
42. Grippi GM. La Chirurgia della Coxa Manus: Riv. Chir. Mano 2008;45(2).
43. Grippi GM, Cugola L, D'Arienzo M, Passaretti U. Prassi di Chirurgia della Coxa Manus, Riv. Chir. Mano 2013; 52 (2).
44. Grippi GM. Patomeccanica "regressiva" del Kienböck e trattamento con la Chirurgia della Coxa Manus. Riv. Chir. Mano 2013; 50 (1).
45. Grippi GM. Biarticular Concentric Carpal Mechanics and Coxa Manus Surgery. Proceedings of the 9th Triennial Hand and Wrist Biomechanics International (HWBI) Symposium Milan, Italy, June 16-17, 2015.
46. Snijders, CJ. La sezione aurea: arte, natura, architettura e musica. Muzzio, Padova, 1993.

STATUTO

(approvato dall'Assemblea Straordinaria di Torino, 7 Ottobre 2011)

ART. 1 - Denominazione – Scopi

È costituita una ASSOCIAZIONE sotto la denominazione di: SOCIETÀ ITALIANA DI CHIRURGIA DELLA MANO, con la possibilità di utilizzare la sigla SICM.

L'Associazione si propone di promuovere in Italia lo sviluppo della fisiopatologia sull'arto superiore e delle tecniche chirurgiche e riabilitative dell'arto superiore o della mano, raccogliendone i cultori della materia per liberi scambi di idee e programmi di studio. L'Associazione ha conseguito il riconoscimento della Personalità Giuridica dalla Prefettura di Firenze, dove risulta iscritta al n. 47 dell'apposito Registro delle Persone Giuridiche.

La Società è Membro dell'International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH) e della Federation of the European Societies for Surgery of the Hand (FESSH). L'Associazione è apartitica, non ha scopi di lucro e pertanto è fatto divieto di distribuire, anche in modo indiretto, utili o avanzi di gestione nonché fondi, riserve o capitale durante tutta la vita dell'Associazione, salvo che la destinazione o la distribuzione non siano imposte dalla Legge.

ART. 2 - Sede

L'Associazione ha la sua Sede e rappresentanza legale in Firenze, presso l'Istituto di Clinica Ortopedica dell'Università - Largo Piero Palagi, 1.

ART. 3 - Patrimonio

Il patrimonio dell'Associazione è costituito:

- dalle quote associative;
- da doni ed elargizioni che pervenissero all'Ente;

- da sponsorizzazioni;
- da qualsiasi forma di finanziamento, derivante da rapporti con soggetti pubblici purché in conformità con gli scopi ed i compiti di cui all'art. 1 nel rispetto delle vigenti norme di Legge. Le disponibilità patrimoniali sono erogate per provvedere alla realizzazione degli scopi istituzionali, nonché alle spese inerenti alle assemblee, all'amministrazione, gestione e rappresentanza dell'Associazione, nonché per eventuali incoraggiamenti a pubblicazioni scientifiche e didattiche.

Gli Iscritti all'Associazione non possono richiedere la divisione del fondo comune e la restituzione delle quote versate, salvo nel caso di scioglimento previsto dall'art. 15 del presente Statuto. Le quote e i contributi associativi sono intrasmissibili e non soggetti a rivalutazione.

ART. 4 - Organizzazione in Categorie degli Iscritti

La Società si compone di Iscritti Italiani e Stranieri che partecipano alla sua vita scientifica e amministrativa con diverse modalità secondo la categoria di appartenenza.

Le Categorie di appartenenza sono:

- PRESIDENTI ONORARI;
- SOCI ONORARI;
- SOCI CORRISPONDENTI STRANIERI;
- SOCI ORDINARI;
- ADERENTI.

ART. 5 - Identificazione delle Categorie di Iscritti

PRESIDENTI ONORARI

Diventano Presidenti Onorari, di diritto,

al compimento del 70° anno di età, i Soci Ordinari che siano stati Presidenti della IFSSH e/o Segretari FESSH o annoverati tra i Membri fondatori (Pionieri) da parte della IFSSH nonché i Soci Fondatori della Associazione. I Presidenti Onorari hanno diritto di voto per tutte le cariche sociali e non sono tenuti al pagamento della quota associativa.

SOCI ONORARI

Diventano Soci Onorari, di diritto, al compimento del 70° anno di età, i Soci Ordinari che siano stati Presidenti della SICM. Possono diventare Soci Onorari e devono essere nominati dall'Assemblea Generale su proposta del Consiglio Direttivo note personalità italiane o straniere, di età superiore ai 70 anni, che abbiano dato un importante contributo allo sviluppo della Chirurgia della Mano in Italia. I Soci Onorari hanno diritto di voto per tutte le cariche sociali e non sono tenuti al pagamento della quota associativa.

SOCI CORRISPONDENTI

Possono diventare Soci Corrispondenti i Membri di una Società straniera di Chirurgia della Mano che abbiano frequentato Congressi della SICM. I Soci Corrispondenti devono partecipare ai Congressi della SICM e riferire alla Segreteria della SICM, al termine di ogni anno, le principali notizie relative alla attività della Società di Chirurgia della mano cui appartengono. Tali notizie potranno essere pubblicate sul Bollettino della SICM e nel Sito SICM. I Soci Corrispondenti vengono nominati per un quadriennio, non rinnovabile automaticamente, dalla Assemblea Generale su proposta del Consiglio Direttivo, previo parere favorevole della Commissione Soci. Al termine del quadriennio, la Commissione Soci esprime un parere sulla attività svolta dal Socio Cor-

rispondente. In caso di parere favorevole della Commissione Soci, il Consiglio Direttivo propone all'Assemblea Generale il rinnovo della nomina per un altro quadriennio. I Soci Corrispondenti possono mantenere la carica al massimo per tre mandati quadriennali. I Soci Corrispondenti hanno diritto di voto all'Assemblea Generale, fatto eccezione per le cariche sociali. Non sono tenuti al pagamento della quota associativa.

SOCI ORDINARI

Possono diventare Soci Ordinari i laureati in Medicina e Chirurgia, in possesso di una Specialità Chirurgica (Chirurgia della Mano, Ortopedia e Traumatologia, Chirurgia Plastica Ricostruttiva, Chirurgia Generale) in grado di dimostrare di aver acquisito una buona esperienza chirurgica ed una buona preparazione culturale nel campo della Chirurgia della Mano. La qualifica di Aderente non è indispensabile per la nomina a Socio Ordinario. I Soci Ordinari vengono nominati dal Consiglio Direttivo, previo parere favorevole della Commissione Soci. I Soci Ordinari hanno l'obbligo di partecipare ai Congressi della SICM e di svolgere una continuativa attività professionale e scientifica nel campo della Chirurgia della Mano. Ogni quattro anni l'attività svolta dal Socio Ordinario viene valutata dalla Commissione Soci. In caso di parere sfavorevole della Commissione Soci, il Consiglio Direttivo, previa informazione all'interessato lo retrocede alla qualifica di Aderente. I Soci Ordinari, in regola con la quota sociale, votano in Assemblea e per tutte le cariche sociali.

ADERENTI

Possono diventare Aderenti i laureati in Medicina e Chirurgia che abbiano un interesse professionale e culturale per la Chi-

rurgia della Mano, ma non abbiano ancora maturato i requisiti per diventare Soci Ordinari. Possono diventare Aderenti anche coloro che, non in possesso della laurea in Medicina e Chirurgia, abbiano un interesse culturale nella Materia. Gli Aderenti vengono nominati dal Consiglio Direttivo, previo parere favorevole della Commissione Soci. Gli Aderenti, in regola con la quota sociale, votano nell'Assemblea Generale e per le elezioni di uno dei tre Probiviri e uno dei tre Revisori dei Conti.

ART. 6 - Cessazioni

Gli Iscritti cessano di far parte della Società per dimissioni, per morosità e per radiazione. La qualità di Iscritto, se perduta per morosità viene recuperata con il pagamento delle quote dovute, se perduta per dimissioni o per radiazione, può essere recuperata solo con le modalità di una nuova iscrizione. La radiazione può avvenire solo per gravi motivi, tali da rendere l'Iscritto indegno di appartenere alla Società. Detti motivi saranno vagliati dai Probiviri.

ART. 7 - Organi Sociali

Sono organi della Società:

- Assemblea Generale degli Iscritti;
- Consiglio Direttivo;
- Presidente del Consiglio Direttivo;
- Collegio dei Probiviri;
- Collegio dei Revisori dei Conti;
- Segretario;
- Tesoriere.

Tutte le cariche sono gratuite.

ART. 8 - Assemblea

L'Assemblea degli Iscritti, presieduta dal Presidente della Società, rappresenta l'universalità degli Associati e le sue deliberazioni, prese in conformità alle Leggi vigenti, impegnano tutti gli Associati.

L'Assemblea ordinaria è convocata una volta all'anno durante il Congresso Nazionale della SICM.

In particolare all'Assemblea ordinaria spetta di:

- deliberare sugli argomenti iscritti all'ordine del giorno;
- approvare il bilancio consuntivo;
- deliberare sul Congresso Scientifico Nazionale;
- procedere ad eventuali modifiche del Regolamento.

L'Assemblea straordinaria è convocata su iniziativa del Consiglio Direttivo o dietro richiesta di almeno un quarto degli Iscritti o di diritto in caso di dimissione di almeno 4 (quattro) Consiglieri (art. 14) e delibera su:

- modifiche dello Statuto;
- scioglimento dell'Associazione.

La loro convocazione avviene mediante avviso inviato a tutti gli Iscritti, almeno venti giorni prima della data fissata per l'assemblea indicando il luogo, la data e l'ora dove l'assemblea si terrà in prima ed eventualmente in seconda convocazione, trascorsa almeno un'ora che la prima sia andata deserta. L'avviso potrà essere trasmesso oltre che per posta ordinaria anche mediante posta elettronica o per fax.

Hanno diritto di voto nell'Assemblea generale tutti gli Iscritti. Non sono previsti voti per delega. Le Assemblee generali sia ordinaria che straordinaria, saranno valide, in prima convocazione, qualora siano presenti la metà più uno degli Iscritti; in seconda convocazione, l'Assemblea è valida qualunque sia il numero dei presenti. Le Deliberazioni sono valide se raccolgono la metà più uno dei voti favorevoli degli Iscritti presenti. Le Deliberazioni adottate con tali maggioranze sono parimenti valide anche nel caso di Assemblea straordinaria convocata per approvare modifiche allo

Statuto. Tuttavia per deliberare lo scioglimento dell'Associazione e la devoluzione del patrimonio, occorre il voto favorevole di almeno tre quarti degli Iscritti aventi diritto di voto. Lo svolgimento dell'Assemblea ordinaria dovrà risultare da apposito verbale sottoscritto dal Presidente e dal Segretario. Invece per l'Assemblea straordinaria, avente per oggetto modifiche statutarie, il verbale dovrà risultare da atto pubblico redatto da un Notaio.

ART. 9 - Condizioni di Eleggibilità e Elezioni degli Organi Societari

I SOCI ORDINARI sono eleggibili alle seguenti cariche da parte dei Soci Onorari ed Ordinari e dei Presidenti Onorari: Vice Presidente, Segretario, Tesoriere, otto Consiglieri, due dei tre Proviviri e due dei tre Revisori dei Conti.

Il Vice Presidente subentra di diritto alla carica di Presidente al termine del biennio. Il nuovo Presidente nomina Segretario alla Presidenza un iscritto alla Società.

Gli Aderenti sono eleggibili da parte degli Aderenti alle seguenti cariche: uno dei tre Proviviri, uno dei tre Revisori dei Conti.

HANNO DIRITTO AL VOTO tutti gli Iscritti in regola con il pagamento delle quote sociali.

I SOCI ONORARI e i SOCI ORDINARI possono votare per le elezioni di tutte le cariche sociali.

Gli ADERENTI possono votare solo per l'elezione del Collegio dei Proviviri e per il Collegio dei Revisori dei Conti.

Non sono previsti voti per delega.

ART. 10 - Consiglio Direttivo

Il Consiglio Direttivo è formato da tredici Membri con diritto di voto:

- PRESIDENTE;
- VICE PRESIDENTE;
- PAST-PRESIDENT;

- OTTO CONSIGLIERI;
- SEGRETARIO;
- TESORIERE.

Fanno parte del Consiglio Direttivo senza diritto di voto:

- Delegato alla IFSSH;
- Delegato alla FESSH;
- Segretario alla Presidenza.

Tutte le cariche elettive durano due anni.

Il Presidente non è più rieleggibile.

I Consiglieri, sono rieleggibili per non più di 3 (tre) mandati anche non consecutivi.

Il Segretario ed il Tesoriere sono sempre rieleggibili.

Il Segretario alla Presidenza provvede alle convocazioni del Consiglio Direttivo e cura la stesura e la conservazione dei verbali dello stesso Consiglio Direttivo. A fine mandato i verbali originali approvati vanno consegnati alla Segreteria della Società.

Il Consiglio Direttivo è investito dei più ampi poteri per la gestione e l'Amministrazione ordinaria e straordinaria della Società. Esso ha pertanto la facoltà di compiere tutti gli atti che ritenga opportuni per promuovere l'incremento e lo sviluppo della Società e per tutelare gli interessi della Specialità, ha la responsabilità dell'andamento amministrativo della Società dandone il rendiconto consuntivo, in occasione dell'Assemblea per mezzo del Segretario e del Tesoriere.

Il Consiglio Direttivo è validamente riunito quando siano presenti almeno 7 (sette) dei suoi componenti aventi diritto di voto.

Il Consiglio Direttivo delibera a maggioranza semplice e cioè con il voto di almeno la metà più uno dei Consiglieri presenti; in caso di parità di voti il voto del Presidente è dirimente.

ART. 11 - Collegio dei Proviviri

Il Collegio dei Proviviri è composto di TRE Membri (due Soci ordinari e uno Aderente)

che restano in carica per un biennio e sono rieleggibili. Vengono eletti anche tre Membri supplenti (due Soci Ordinari e uno Aderente). Nella prima riunione dopo la nomina provvedono ad eleggere nel loro seno il Presidente del Collegio dei Probiviri. È di competenza del Collegio dei Probiviri, vera e propria magistratura interna, la soluzione *pro bono et equo* di tutte le controversie che nell'ambito dell'Associazione dovessero insorgere tra i Soci e la Società e i suoi Organi. È compito dei Probiviri inoltre di intervenire presso gli Iscritti, nelle forme che riterranno opportune, per la tutela del prestigio scientifico e culturale e della dignità dell'Associazione, Spetta ad essi anche dare parere consultivo al Consiglio Direttivo sulle proposte di radiazioni. I Probiviri decidono a maggioranza e le loro decisioni sono inappellabili.

ART. 12 - Collegio dei Revisori dei Conti

Il Collegio dei Revisori dei Conti è composto di tre Membri (due Soci ordinari e uno Aderente), che restano in carica per un biennio e sono rieleggibili. Vengono eletti tre Membri supplenti (due Soci ordinari e uno Aderente). I Revisori dei Conti dovranno accertare la regolare tenuta della contabilità sociale, redigendo una relazione al bilancio annuale, potranno accertare la consistenza di cassa e l'esistenza dei valori e dei titoli di proprietà della Società. Potranno procedere in qualsiasi momento, anche individualmente, ad atti di ispezione e di controllo.

ART. 13 - Rappresentanza Legale

Il Presidente del Consiglio Direttivo ha la firma e la rappresentanza legale dell'Associazione. In caso di sua assenza o impedimento le sue funzioni vengono assunte dal Vice Presidente. Se il Vice Presidente

è assente o impedito la rappresentanza legale dell'Associazione è devoluta al Consigliere che ha riportato maggior numero di voti al momento della sua elezione, e in caso di parità di voti al Consigliere più anziano di età. In caso di assenza o di impedimento del Segretario le sue funzioni vengono assunte dal Segretario addetto alla Presidenza. In caso di assenza o di impedimento del Tesoriere le sue funzioni vengono assunte dal Presidente della Società.

ART. 14 - Sostituzione di Componenti gli Organi Collegiali

Se nel corso del proprio mandato viene a mancare o è impedito un Membro del Consiglio Direttivo o del Collegio dei Probiviri o del Collegio dei Revisori dei Conti, il rispettivo incarico viene assunto dal primo dei non eletti, e in caso di parità di voti, dal primo non eletto più anziano di età. In caso di dimissioni di quattro Consiglieri, l'intero Consiglio Direttivo si considera decaduto e resta in carica solo per il disbrigo degli affari ordinari e fino alla sua sostituzione per la quale si dovrà provvedere alla convocazione straordinaria dell'Assemblea dei Soci Ordinari e Onorari entro sessanta giorni.

ART. 15 - Scioglimento

In caso di scioglimento della Associazione per le cause previste dalla Legge, l'Assemblea straordinaria degli Iscritti provvederà a nominare uno o più liquidatori determinandone i poteri. Esaurita la liquidazione i beni costituenti il patrimonio dell'Associazione saranno devoluti ad altra Associazione o Istituzione avente finalità analoghe o a fini di pubblica utilità, sentito l'organismo di controllo di cui all'art. 3, comma 190, della Legge 23 dicembre 1996 n. 662 e salvo diversa destinazione imposta dalla Legge.

ART. 16 - Commissioni

Sono costituite delle Commissioni all'interno della Società, secondo le modalità previste dal Regolamento, utili a raggiungere gli scopi ed i compiti di cui all'art. 1 del presente Statuto.

ART. 17 - Regolamento

Il funzionamento dell'Associazione è disciplinato oltre che dal presente Statuto da un Regolamento predisposto dal Consiglio Direttivo e soggetto all'approvazione dall'Assemblea ordinaria degli Iscritti. Eventuali modifiche al Regolamento potranno essere apportate sempre in base a delibera dell'Assemblea degli Iscritti. Le norme del Regolamento non possono essere in contrasto con quelle statutarie, in tal caso sarebbero prive di effetto.

ART. 18 - Modifiche allo Statuto e al Regolamento

Le modifiche allo Statuto e al Regolamento devono essere proposte al Consiglio Direttivo dalla Commissione Statuto e Regolamento o da singoli Soci (previa valutazione della Commissione Statuto e Regolamento) e devono essere inviate alla Segreteria della Società entro il 31 marzo di ogni anno. Le proposte di modifica verranno inviate a tutti gli Iscritti entro tre mesi dalla discussione nell'Assemblea. Su tali proposte, tutti gli Iscritti possono inviare, per scritto, osservazioni e suggerimenti prima dell'Assemblea dove saranno discusse e votate.

ART. 19 - Rinvio

Per quant'altro non espressamente previsto dal presente Statuto si fa espresso rinvio alle norme del Regolamento e a quelle del Codice Civile che disciplinano le Associazioni riconosciute.

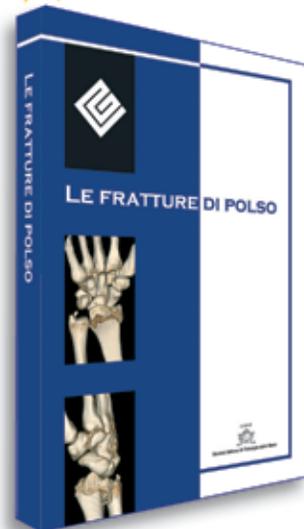


Società Italiana di Chirurgia della Mano

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

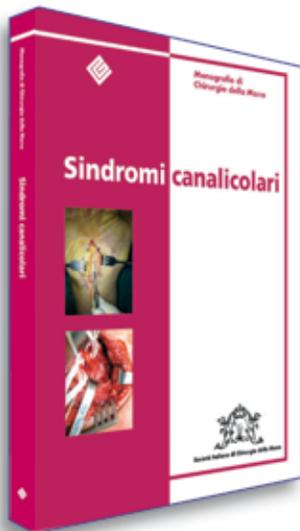
Maurizio Corradi

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



C.G. Edizioni Medico Scientifiche

Via Piedicavallo 14 10145 Torino Tel. 011 338 507 cgems.clienti@cgems.it