

Chirurgia della Mano

CHIRURGIA E RIABILITAZIONE DELLA MANO DELL'ARTO SUPERIORE E MICROCHIRURGIA

Organo ufficiale della Società Italiana di Chirurgia della Mano



L'utilizzo del fissatore esterno transarticolare articolato Galaxy Wrist nelle fratture del radio distale. La nostra esperienza

Osteotomie correttive di radio distale: è sempre indicato l'utilizzo dell'innesto osseo?

Hand compressive neuropathies in sportsmen

La fasciotomia tricompartimentale sottocutanea (mini-open) nella sofferenza nervosa da over-use dell'avambraccio

The use of collagenase *Clostridium histolyticum* in the Dupuytren's contracture: the Italian compassionate-use program-expanded access

L'approccio palmare: corretto posizionamento della placca, viti multidirezionali, stabilità angolare

Elettromiografia, protesica e robotica in rapido progresso verso l'amputazione funzionale: i risultati del progetto Ninapro

Indicazioni diagnostiche terapeutiche per le malformazioni vascolari dell'arto superiore: valutazione dell'appropriatezza tra un gruppo di esperti e adozione di linee guida multidisciplinari

La pollicizzazione del secondo dito nelle deformità congenite della mano presso l'IRCCS Istituto Giannina Gaslini di Genova





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 30/09/2016
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'UTILIZZO DEL FISSATORE ESTERNO TRANSARTICOLARE ARTICOLATO GALAXY WRIST NELLE FRATTURE DEL RADIO DISTALE. LA NOSTRA ESPERIENZA

Massimo Corain, Filippo Zanotti, Roberta Sartore, Roberto Adani, Andrea Silvestri

- 15 OSTEOTOMIE CORRETTIVE DI RADIO DISTALE: È SEMPRE INDICATO L'UTILIZZO DELL'INNESTO OSSEO?

Raffaele Mugnai MD, Luigi Tarallo MD, Debora Lana MD, Roberto Adani MD

CHIRURGIA DEI NERVI

- 26 HAND COMPRESSIVE NEUROPATHIES IN SPORTSMEN

Francesca Masetto, Eleftheria Kontou, Paolo Ghiggio, Marco Pettiti, Luigi Trifilio

- 33 LA FASCIOTOMIA TRICOMPARTIMENTALE SOTTOCUTANEA (MINI-OPEN) NELLA SOFFERENZA NERVOSA DA OVER-USE DELL'AVAMBRACCIO

Gaetano Maurizio Grippi

CHIRURGIA DEI TESSUTI MOLLI

- 42 THE USE OF COLLAGENASE *CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM* IN THE DUPUYTREN'S CONTRACTURE: THE ITALIAN COMPASSIONATE-USE PROGRAM-EXPANDED ACCESS

Giorgio Pajardi, Roberto Adani, Franco Bassetto, Fabio Brunato, Luciano Cara, Antonio Castagnaro, Massimo Ceruso, Mario Cherubino, Alberto De Mas, Vincenzo Denaro, Piero Di Giuseppe, Nicola Felici, Alberto Lazzarini, Francesco Moschella, Michele Pascone, Umberto Passaretti^a, Nicolò Scuderi, Giuseppe Taccardo

CHIRURGIA ARTICOLARE

- 53 L'APPROCCIO PALMARE: CORRETTO POSIZIONAMENTO DELLA PLACCA, VITI MULTIDIREZIONALI, STABILITA' ANGOLARE

Jane C. Messina, Ferruccio Torretta, Pierluigi Tos

CHIRURGIA PROTESICA

- 64 ELETTRMIOGRAFIA, PROTESICA E ROBOTICA IN RAPIDO PROGRESSO VERSO L'AMPUTAZIONE FUNZIONALE: I RISULTATI DEL PROGETTO NINAPRO

Manfredo Atzori, Cesare Tiengo, Franco Bassetto, Henning Müller

MALFORMAZIONI

- 77 INDICAZIONI DIAGNOSTICO TERAPEUTICHE PER LE MALFORMAZIONI VASCOLARI DELL'ARTO SUPERIORE: VALUTAZIONE DELL'APPROPRIATEZZA TRA UN GRUPPO DI ESPERTI E ADOZIONE DI LINEE GUIDA MULTIDISCIPLINARI
Luciana Marzella, Andrea Atzei, Franco Cannavò, Marco Rosati, Antonio Merello, Fabio Curini Galletti, Dario Poretti, Raul Mattassi, Piero Di Giuseppe, Lorenzo Garagnani, Emanuela Morengi
- 88 LA POLLICIZZAZIONE DEL SECONDO DITO NELLE DEFORMITÀ CONGENITE DELLA MANO PRESSO L'IRCCS ISTITUTO GIANNINA GASLINI DI GENOVA
Alessandra Galuppi, Nunzio Catena, Lamberto Felli, Filippo Maria Senes

L'UTILIZZO DEL FISSATORE ESTERNO TRANSARTICOLARE ARTICOLATO GALAXY WRIST NELLE FRATTURE DEL RADIO DISTALE. LA NOSTRA ESPERIENZA

Massimo Corain, Filippo Zanotti*, Roberta Sartore*, Roberto Adani**, Andrea Silvestri**

** U.O.C. di Chirurgia della Mano e Microchirurgia - Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona*

*** U.O.C. di Chirurgia della Mano e Microchirurgia - Policlinico di Modena*

Referente:

Massimo Corain, U.O.C. di Chirurgia della Mano e Microchirurgia - Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona - Piazzale L.A. Scuro, 10 - 37134 Verona - Tel +39.045.8124478 - Fax +39.045.532119

E-mail: mcorain@hotmail.it

USE OF ARTICULATED TRANSARTICULAR EXTERNAL FIXATOR GALAXY WRIST IN DISTAL RADIUS FRACTURES. OUR EXPERIENCE

SINTESI

Questo studio presenta i risultati al follow-up di 6 mesi del trattamento chirurgico delle fratture dell'epifisi distale di radio (tipo 23A2, A3, B1, C1, C2 secondo classificazione AO) di una popolazione di 18 Pazienti, trattati mediante utilizzo del fissatore esterno articolato Galaxy Wrist (Orthofix®).

Il dispositivo in oggetto consente la precoce mobilizzazione in flessione-estensione della radio-carpica in un range controllato di $\pm 40^\circ$. In tutti i casi si è associata una sintesi percutanea della frattura con fili di Kirschner; in 6 casi è stata necessaria una riduzione della frattura artroscopicamente assistita.

Il protocollo di gestione della frattura prevede lo sblocco articolare del fissatore a 3 settimane dall'impianto e la sua rimozione ambulatoriale a 6 settimane (previo controllo RX di polso in entrambi i casi), seguito da fisioterapia per recupero articolare e muscolare.

Tutti i pazienti sono stati valutati con RX a 3, 6 settimane e a 6 mesi dall'intervento; sono stati inoltre eseguiti valutazione del ROM articolare e test di forza (dinamometro di Jamar, tip-to-tip, key e tripodale) a 6 settimane, quindi a 3 e 6 mesi. Infine sono stati utilizzati il PRWE score a 6 settimane e 3 e 6 mesi e il DASH score a 6 mesi.

Si vuole valutare l'efficacia del nuovo fissatore esterno articolato nel trattamento di queste tipologie di fratture.

Parole chiave: fissatore esterno, frattura radio distale

SUMMARY

This paper presents 6-months follow-up results of surgical treatment for distal radial epiphysis fractures (type 23A2, A3, B1, C1, C2 according to AO Classification) in 18 patients, treated with articulated external fixator Galaxy Wrist (Orthofix®).

This device allows an early radio-carpal mobilization in flexion-extension in a controlled range of motion of $\pm 40^\circ$. In every case percutaneous pinning with Kirschner wires was performed; in 6 patients an arthroscopic assisted reduction of the fracture was needed.

Fracture management protocol implies device unlocking at 3 weeks from implant and its removal at 6 weeks in the outpatient clinic after X-ray checks in both cases, followed by physiotherapy for articular and muscular gain.

All patients have been evaluated with X-ray checks at 3 and 6 weeks and at 6 months after surgery; ROM evaluation and force tests (Jamar dynamometer, tip-to-tip, key and tripod) have also been performed at 6 weeks and at 3 and 6 months. Pain and disability were assessed using PRWE score at 6 weeks and 3 and 6 months, and DASH score at 6 months.

The aim of the study is to evaluate the effectiveness of this new external fixator treating these types of fractures.

Keywords: external fixator, distal radius fracture

INTRODUZIONE

Le fratture del radio distale rappresentano una delle tipologie più frequenti di trauma nella popolazione generale, con 640.000 casi nel solo 2001 riportati negli USA [1], mentre in Italia un recente lavoro di Giustini et al. definisce la frattura di Colles responsabile del 4,1% di tutte le lesioni del braccio [2]. Queste fratture presentano un diverso livello di rischio e di gravità a seconda della tipologia di pazienti considerata. Non è possibile infatti fare riferimento ad un'unica categoria di pazienti e risulta più precisa una sua suddivisione in 3 gruppi: bambini ed adolescenti, adulti in età lavorativa, popolazione over 70 anni, con tendenza all'aumento a carico del primo e terzo gruppo [1,3,4]. Fattori imputati sono modifiche dello stile di vita, condizioni ambientali-lavorative e patologiche come l'o-

steoporosi [5], che assieme a squilibri ormonali post-menopausa parrebbero essere alla base dell'incremento dell'incidenza in pazienti oltre i 40 anni di età, in particolar modo nelle donne; nei più giovani, invece, queste fratture sono causate solitamente da traumi ad alta energia [6,7,8,9].

Il primo passo nella gestione delle fratture di radio distale è la riduzione per manipolazione e ligamentotassi, seguita da immobilizzazione in apparecchio gessato. Il successivo rischio di scomposizione è variabile a seconda del tipo di frattura, secondo i criteri di instabilità [citazione]. McQueen et al. hanno dimostrato l'inefficacia della rimaniolazione [10,11] in caso di scomposizione in apparecchio gessato, sostenendo la necessità di una riduzione chirurgica per consentire il ripristino dell'anatomia articolare.

L'utilizzo della fissazione esterna (FE) nelle fratture del radio distale è una delle possibilità chirurgiche ancora attuali, nelle corrette indicazioni e nel rispetto della tecnica chirurgica.

Si riporta la nostra esperienza nell'utilizzo del fissatore esterno articolato Galaxy Wrist (*Orthofix®*), facendo riferimento ad indicazioni, note di tecnica chirurgica e risultati ottenuti, mediante uno studio prospettico osservazionale per valutarne l'affidabilità e considerare gli eventuali vantaggi rispetto alla fissazione tradizionale.

MATERIALI E METODI

Tra il dicembre 2014 e il febbraio 2016 sono stati trattati 18 pazienti per frattura di radio distale con fissatore esterno transarticolare articolato *Galaxy Wrist (Orthofix®)*. Si tratta di un dispositivo di ultima generazione per il trattamento definitivo della frattura di polso, che offre la possibilità di essere articolato nel rispetto del centro di rotazione della radiocarpica, consentendo una mobilizzazione precoce ed un recupero più rapido rispetto alla FE tradizionale. Dispone infatti di uno snodo a cerniera monoplanare a singolo fulcro, che permette un arco di movimento controllato fino a $\pm 40^\circ$. Prevede l'utilizzo di morsetti singoli orientabili per l'ancoraggio delle fiches prossimali al radio e distali al secondo metacarpo, nel caso in cui sia richiesto per tipologia di frattura. Le barre di ancoraggio degli stessi sono radiotrasparenti per consentire una migliore visualizzazione dell'asse anatomico in proiezione laterale.

Ai fini del nostro studio il protocollo di inclusione e reclutamento dei pazienti, in accordo con il Comitato Etico VR-RO (n° 299 del 22/10/2014) e con il Ministero della Salute Italiano (n° 000474 del 25/11/2014), prevede: l'età del candidato maggiore di 18 anni, il trattamento chirurgico entro i 14

giorni dal trauma e l'indicazione chirurgica alla FE considerando tali, secondo la classificazione AO, le fratture tipo A2, A3, B1, C1 e C2, la disponibilità del Paziente alla raccolta dati e ai controlli seriatati clinico-radiografici previsti dallo studio. Sono stati considerati criteri di esclusione all'arruolamento nello studio: fratture bilaterali di polso, concomitanza di altre fratture dell'arto superiore coinvolto, controindicazioni alla FE, malattie reumatiche associate, pregressi interventi chirurgici con coinvolgimento scheletrico al polso, sospetto o conferma di allergie nei confronti delle componenti del fissatore esterno, la necessità di associare al fissatore una sintesi tipo ORIF, la partecipazione contemporanea ad altri studi clinici.

A fini statistici sono state annotate per ogni paziente le generalità anagrafiche, sesso, peso, altezza e razza, quindi le caratteristiche del trauma ed in particolare il tipo (alta o bassa energia), dominanza del lato affetto, eventuali lesioni associate. Nel rispetto dei criteri di inclusione, sono state considerate le proiezioni radiografiche del polso coinvolto in antero-posteriore e latero-laterale, eseguite in regime d'urgenza presso il Pronto Soccorso di accettazione (Tabella 1). Tutti i Pazienti giunti a nostra osservazione erano già stati sottoposti a tentativo di riduzione della frattura in apparecchio gessato. La tecnica chirurgica per l'impianto del fissatore *Galaxy Wrist* è eseguibile da un singolo operatore mediante ausilio di fluoroscanner/amplificatore di brillantezza. La procedura prevede il posizionamento di due fiches autopercoranti al secondo metacarpo, la successiva determinazione, tramite filo di Kirschner dedicato, del centro di rotazione della radiocarpica in proiezione antero-posteriore e latero-laterale in corrispondenza della lunocapitata. È questo uno step chiave per posizionare correttamente il

Tabella 1. Caratteristiche dei Pazienti.

PZ	Sesso	Età	Lato dominante	Classif. AO	T1-T2 (gg)
1	F	70	+	A2	8
2	F	66	-	C1	6
3	M	68	-	C1	9
4	M	27	+	C1	14
5	F	77	-	C1	7
6	M	26	-	C2	6
7	F	76	+	C1	10
8	F	47	+	C1	9
9	F	56	+	C1	9
10	F	49	-	C2	11
11	F	62	-	A3	14
12	F	45	+	A3	13
13	M	63	-	A3	11
14	F	46	+	A3	10
15	M	43	+	B1	5
16	F	59	-	C1	10
17	F	60	+	C2	12
18	M	53	+	C2	9

T1-T2: tempo intercorso dal trauma all'intervento chirurgico, espresso in giorni; età intesa al momento del trauma.

fissatore attraverso un foro previsto nello snodo a cerniera del dispositivo, in modo tale da consentire la corretta e completa mobilizzazione articolare (Figure 1,2). Segue l'ancoraggio prossimale con altre due fiches autopercoranti alla diafisi radiale, nel rispetto della lunghezza del dispositivo. In tutti i casi trattati si è associata la sintesi percutanea della frattura con fili di Kirschner secondo necessità, in numero

variabile da 2 a 4, facilmente posizionabili grazie ad uno scanso curvilineo ricavato sul fissatore stesso (Figura 3).

In 6 casi è stata necessaria una riduzione della frattura artroscopicamente assistita, per approfondimento diagnostico durante la procedura chirurgica, con visualizzazione diretta della reale congruenza dei frammenti articolari ed un bilancio delle eventuali lesioni ligamentose associate (Figura 4).



Figura 1. Proiezione antero-posteriore con amplificatore di brillantezza per la determinazione del centro di rotazione della radio-carpica, in corrispondenza del filo di Kirschner.

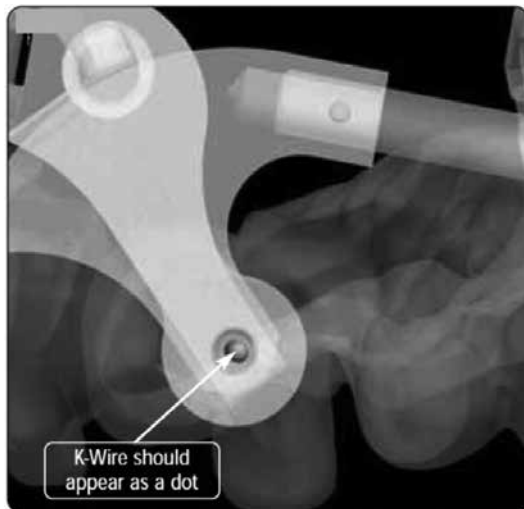


Figura 2. Raffigurazione di proiezione laterale con amplificatore di brillantezza. Si evidenzia il foro di ancoraggio dello snodo del fissatore esterno sul centro di rotazione articolare.

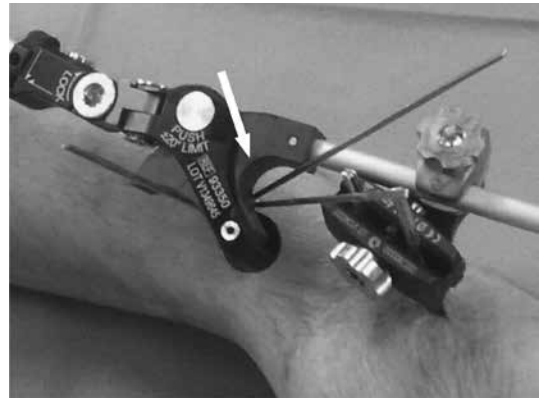


Figura 3. Particolare dello snodo articolato sagomato per consentire il pinning percutaneo (freccia).



Figura 4. Particolare della fase di pinning percutaneo sotto controllo contemporaneo artroscopico e fluoroscopico.

A fine intervento ci si è assicurati di non aver concesso una distrazione articolare eccessiva e si è proceduto al serraggio dello snodo articolato in posizione neutra e funzionale. Nell'immediato post-operatorio è concessa la mobilizzazione libera del gomito, la pronosupinazione dell'avambraccio ed è incentivata la mobilizzazione attiva e passiva completa delle dita.

Ogni paziente è stato valutato clinicamente e radiograficamente a livello ambulatoriale a 3 settimane dall'intervento, per lo sblocco dello snodo articolato del fissatore esterno per consentire l'inizio in autonomo del recupero articolare in flessione-estensione ancora in fase di guarigione ossea. Il range di movimento di tale cerniera con-

sente la scelta tra due diversi archi di articularità, rispettivamente di 20° e 40° sia in flessione che in estensione. A 6 settimane dall'intervento il paziente esegue un nuovo controllo clinico-radiografico per attestare il quadro di guarigione ossea e rimozione del fissatore. Segue FKT assistita da un fisioterapista. Tutti i pazienti sono stati quindi valutati per la misura della flessione-estensione e della deviazione radiale e ulnare, con test di forza mediante dinamometri tipo Jamar, tip-to-tip, key e tripodale, e con la somministrazione del questionario PRWE. Questa valutazione è stata ripetuta a 3 e 6 mesi dall'intervento con somministrazione conclusiva del questionario DASH.

CASO CLINICO (Figure 5, 6, 7, 8)



Figura 5 a, b. Donna, 49 anni. RX post-trauma presso PS di afferenza. Frattura tipo 23C2 secondo classificazione AO ad elevato grado di comminuzione intrarticolare.

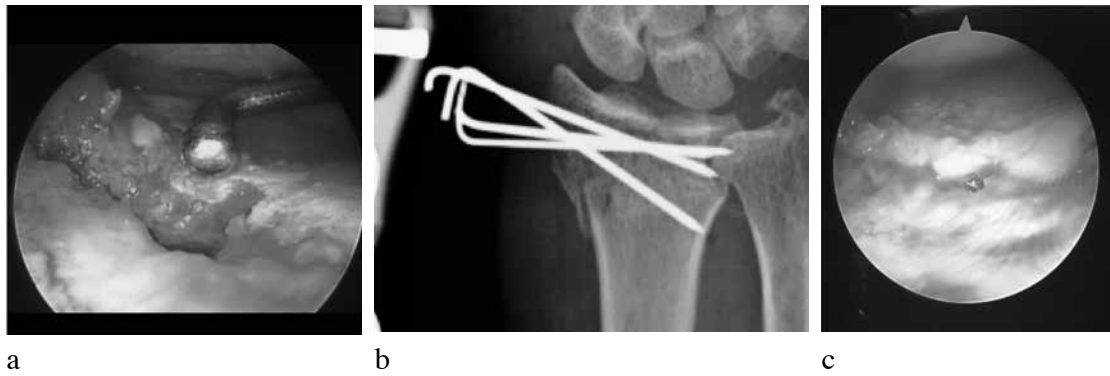


Figura 6 a, b, c. Fasi dell'artrosopia esplorativa: a) valutazione della comminuzione della superficie articolare radiale; b) perfezionamento della sintesi ossea con fili di Kirschner percutanei; c) evidenza del ripristino della congruenza articolare.



Figura 7 a, b. Controllo Rx post-operatorio.

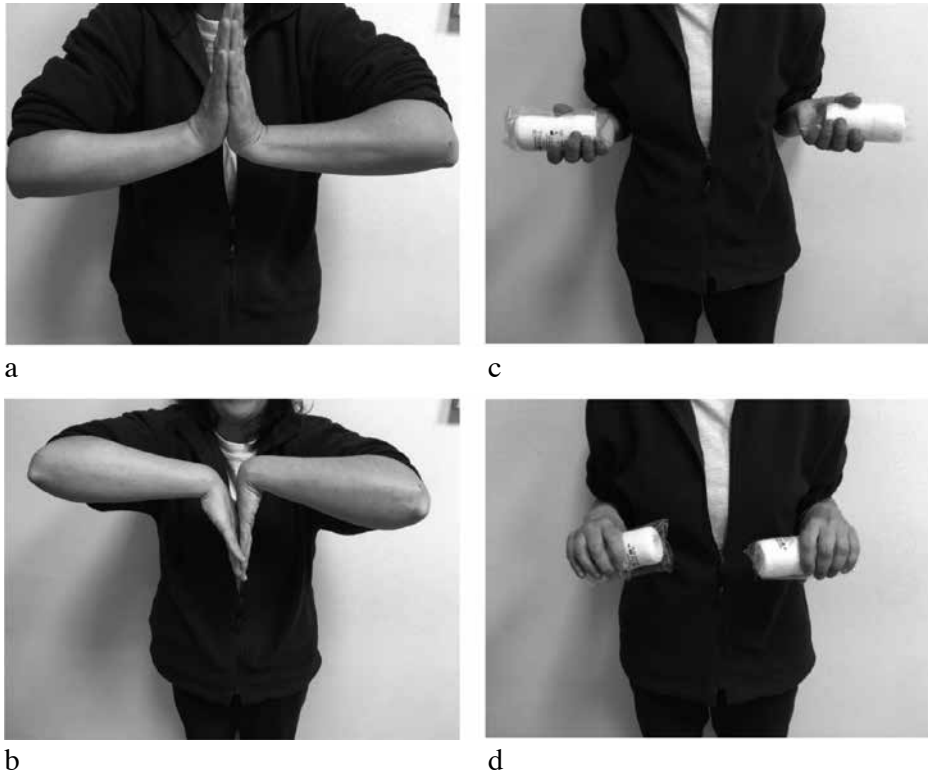


Figura 8 a, b, c, d. Controllo clinico al follow-up di 6 mesi.

RISULTATI

Tutti i pazienti sono stati valutati ai 6 mesi dall'intervento considerando tale follow-up utile per poter trarre delle conclusioni valide ai fini della pratica quotidiana, anche in rapporto a tecniche alternative.

La durata media della procedura chirurgica è stata di 53 minuti, con un minimo di 35 ed un massimo di 87. In tutti i casi sono stati utilizzati da 2 a 4 fili di Kirschner in associazione al fissatore esterno. La degenza media è stata di 27 ore (24-30). In 16 pazienti il fissatore esterno è stato dinamizzato direttamente a 40° di flessione-estensione dopo le prime 3 settimane dall'impianto; in un caso si è preferita una dinamizzazione graduale con un primo sblocco della cerniera a $\pm 20^\circ$, ampliato a $\pm 40^\circ$ a distanza di

10 giorni per particolare complessità della frattura trattata; in un solo caso si è optato per una dinamizzazione di $\pm 20^\circ$ fino a fine trattamento per sintomatologia dolorosa alla flessione-estensione. In tutti i casi il fissatore è stato rimosso in ambulatorio a 6 settimane dall'intervento senza necessità di sedazione.

A 6 mesi, il recupero medio dell'estensione della radiocarpica è stato di $87,2^\circ$ (65° - 90°), della flessione $74,5^\circ$ (45° - 90°), della deviazione ulnare $30,9^\circ$ (25° - 40°) e di quella radiale 20° (15° - 30°). La valutazione della forza al follow-up tramite Jamar test è risultata di 26 kg (10-51), con una forza di presa digitale più che soddisfacente in tutti i casi. Il PRWE a 100 punti ha dimostrato un risultato medio di 5,05 (0-17); il DASH

score a 100 punti si allinea con i risultati precedenti sia per il modulo disability che per il modulo work (5,2 e 4,2) (Tabella 2). Non si sono riscontrati casi di infezioni post-chirurgiche né di cedimenti del dispositivo testato. In nessun caso è stata necessaria la rimozione precoce del dispositivo. È stato riportato un caso di CRPS di tipo I, documentata dal punto di vista radiologico (radiografia standard), trattata mediante ciclo di terapia infusione con neridronato secondo protocollo condiviso [12,13], ottenendone la risoluzione al follow-up di 6 mesi.

DISCUSSIONE

L'utilizzo della FE per il trattamento delle fratture del radio distale è una tecnica consolidata e valida se eseguita secondo le indicazioni corrette e nel rispetto della

tecnica chirurgica [8,9,14]. È una metodica spesso considerata temporanea e ritenuta associata a complicanze legate ai limiti del dispositivo ma, per quanto riguarda il trattamento delle fratture di polso, questa evenienza è frequentemente dovuta ad un suo inappropriato utilizzo. Infatti, il fissatore di polso è per definizione indicato nei casi di:

- fratture scomposte riducibili per liganmentotassi e manipolazione [9];
- perdita di riduzione in apparecchio gestato [11,15];
- popolazione anziana con bassa tolleranza al trattamento conservativo [16] o ridotta autosufficienza [9];
- pazienti con controindicazione ad interventi chirurgici maggiori (coagulopatie e/o problematiche sistemiche importanti) [17];

Tabella 2. Risultati.

		Follow-up 6 sett. (rimozione)	Follow-up 3 mesi	Follow-up 6 mesi	
ROM (gradi)	Estensione	16,1 (0 - 30)	53,9 (20 - 85)	87,2 (65 - 90)	
	Flessione	28 (8 - 90)	54,3 (25 - 80)	74,5 (45 - 90)	
	Dev. ulnare	17,8 (4 - 30)	28,9 (20 - 45)	30,9 (25 - 40)	
	Dev. radiale	2,5 (0 - 10)	14,6 (5 - 45)	20 (15 - 30)	
FORZA (Kg)	Grip (Jamar)	5,6 (0 - 18)	17,4 (3 - 40)	26 (10 - 51)	
	Tip to tip	2,4 (0 - 5)	5,5 (1 - 13)	5,4 (2,5 - 11)	
	Key	2,6 (0 - 7)	6,2 (2 - 11)	6,7 (2,5 - 11,5)	
	Tripodal	2,4 (0 - 9)	5,5 (2 - 12)	5,5 (2,5 - 13)	
SCORE (punti su 100)	PRWE (tot)	48,5 (26 - 71)	19,7 (4 - 42,5)	5,05 (0 - 17)	
	DASH (Disab. – Work)	///	///	D	W
				5,2 (0 - 25,8)	4,2 (0 - 18,8)

- traumi complessi con esposizione ossea [18,19,20].

Controindicazioni all'utilizzo della FE sono rappresentate da fratture intra-articolari non riducibili con manipolazione/distrazione candidate ad ORIF, fratture articolari con frammento volante del tipo 23B3 secondo classificazione AO (tipo "reverse Barton fracture"), grave osteoporosi e casi di pazienti non collaboranti per difficoltoso nursing del fissatore esterno [17].

In questo studio, per poter ridurre al massimo il rischio di risultati statisticamente non validi, si è proceduto selezionando da una pura attività clinica osservazionale, i pazienti candidati che necessitassero sì di un trattamento chirurgico ma senza comorbidità o fattori vincolanti che potessero rendere il campione disomogeneo o viziato. Tutti i pazienti sono stati operati dallo stesso chirurgo, in classe di esperienza IV [21]. È ormai consolidato che i vantaggi del trattamento delle fratture del radio distale con la metodica della FE siano la bassa invasività, la possibilità di associazione a sintesi interna, la rimozione ambulatoriale e il rispetto dei tessuti molli. Il Galaxy Wrist si è rivelato una evoluzione in termini di materiali per radiotrasparenza e leggerezza, per l'utilizzo di fiches autoperforanti singolarmente orientabili secondo le necessità e soprattutto per la presenza dello snodo articolato che consente la mobilizzazione precoce del polso in flessione-estensione. A tal fine è fondamentale il rispetto del centro di rotazione della radio-carpica, che è risultato di facile determinazione secondo tecnica. La possibilità di poter concedere un range articolare massimo di 80° in fase di consolidazione della frattura ha reso possibile in tutti i casi un recupero precoce del movimento ed in tempi più brevi, soprattutto se confrontata con l'esperienza della FE tradizionale. Al follow-up di 3 mesi si è ri-

scontrato un recupero di articularità medio assolutamente sufficiente allo svolgimento delle comuni attività quotidiane, facendo riferimento all'esperienza riportata in letteratura da Nelson et al. e Gates et al. [22,23]. 12 casi hanno raggiunto un follow-up di oltre 12 mesi ed in questi i risultati delineano un assestamento su valori che superano di poco quanto ottenuto a 6 mesi, il che rende l'utilizzo di questo fissatore esterno paragonabile ad altre metodiche normalmente giudicate più idonee a trattamenti chirurgici definitivi.

Gli svantaggi di tale metodica sono legati alla comune FE per questo segmento, in rapporto all'ingombro del dispositivo, alla necessità di un nursing accurato per la durata del trattamento e al rispetto particolarmente attento della tecnica chirurgica. In conclusione, gli Autori ritengono che l'utilizzo del fissatore esterno Galaxy Wrist per le fratture del radio distale rappresenti una valida alternativa in considerazione della ridotta invasività, della breve curva di apprendimento, della completa rimozione ambulatoriale e degli ottimi risultati riportati.

BIBLIOGRAFIA

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am* 2001; 26: 908-15.
2. Giustino M, De Leo A, Leti Acciaro A et al. Incidence estimates of hand and upper extremity injuries in Italy. *Ann Ist Super Sanità* 2015; 51(4): 305-12.
3. Alffram PA, Bauer GC. Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength. *J Bone Joint Surg Am* 1962; 44: 105-14.
4. De Putter CE, Van Beeck EF, Looman CW, et al. Trends in wrist fractures in children and adolescents 1997-2009. *J Hand Surg Am* 2011; 36: 1810-5.

5. Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The Epidemiology of Distal Radius Fractures. *Hand Clin* 2012; 28(2): 113-25.
6. Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68A: 647-59.
7. Boyd LC, Home JG. The outcome of fractures of the distal radius in young adults. *Injury* 1988; 19: 97-100.
8. Gausepohl T, Pennig D, Mader K. Principles of external fixation and supplementary techniques in distal radius fractures. *Injury* 2000; 31(1): 56-70.
9. D. Pennig, T. Gausepohl - External fixation of the wrist. *Injury* 1996; 27(1): 1-15.
10. McQueen MM, MacLaren A, Chalmers J. The value of remanipulating Colles' fractures. *J Bone joint Surg Br* 1986; 68B: 232-3.
11. McQueen MM, MacLaren A, Chalmers J. Colles fractures: does the anatomical result affect the final function? *Bone Joint Surg Br* 1988; 70B: 649-51.
12. Rikli DA, Küpfer K, Bodoky A. Long-term results of the external fixation of distal radius fractures. *J Trauma*. 1998; 44(6): 970-6.
13. Varenna M, Adami S, Rossini M et al. Treatment of complex regional pain syndrome type I with neridronate: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Rheumatology* 2013; 52(3): 534-42.
14. Corain M, Carità E, Vassia L et al. The use of external fixation in complex trauma of upper limb. *Chir Organi Mov* 2008; 91(1): 3-6.
15. Payandeh JB, McKee MD. External fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2010; 26(1): 55-60.
16. Andruszkow H, Pfeifer R, Horst K et al. External fixation in the elderly. *Injury* 2015; 46(3): 7-12.
17. Instruction For Use – Galaxy Wrist, approvato da Orthofix® Srl
18. Gustilo RB; Gruninger RP, Davis T. Classification of type III (severe) open fractures relative to treatment and results. *Orthopedics* 1987; 10(12): 1781-8.
19. Riggs SA, Cooney WP. External fixation of complex hand and wrist fractures. *The Journal of trauma* 1983; 23(4): 332-6.
20. Jackson RP, Jacobs RR, Neff JR. External skeletal fixation in severe limb trauma. *The Journal of trauma* 1978; 18(3): 201-5.
21. Tang JB. Re: Levels of experience of surgeons in clinical studies. *J Hand Surg Eur Vol* 2009; 34(1): 137-8.
22. Nelson DL, Mitchell MA, Groszewski PG, et al. Wrist range of motion in activities of daily living. In: Schuind F, An KN, Cooney III WP, Garcia-Elias M. *Advances in the Biomechanics of the Hand and Wrist*. Springer Science & Business Media, 2013, pp. 329-34.
23. Gates DH, Smurr Walters L, Cowley J. Range of Motion Requirements for Upper-Limb Activities of Daily Living. *Am J Occup Ther* 2016; 70(1): 1-10.

OSTEOTOMIE CORRETTIVE DI RADIO DISTALE: È SEMPRE INDICATO L'UTILIZZO DELL'INNESTO OSSEO?

Raffaele Mugnai MD*, Luigi Tarallo MD*, Debora Lana MD*, Roberto Adani MD**

* Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, Policlinico di Modena, Modena, Italia

** Dipartimento di Chirurgia della Mano e Microchirurgia, Policlinico di Modena, Modena, Italia

Referente:

Raffaele Mugnai – Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, Policlinico di Modena, Modena, Italia – Via del Pozzo, 71 41124 Modena – Tel: +39 059 4223717 – Fax: +39 059 4224313 – E-mail: raffaele.mugnai@gmail.com

CORRECTIVE OSTEOTOMIES OF THE RADIUS: GRAFTING OR NOT?

SINTESI

INTRODUZIONE: Le fratture di radio distale rappresentano il 10-12% di tutte le fratture. Una delle più comuni complicanze che fanno seguito alle fratture di radio distale è la malconsolidazione, specialmente quando trattate con riduzione a cielo chiuso ed immobilizzazione in gesso. L'obiettivo del presente studio è analizzare la recente letteratura riguardante le osteotomie correttive per fornire evidenza scientifica a supporto o meno dell'utilizzo dell'innesto osseo.

MATERIALI E METODI: La nostra ricerca su Medline ha individuato 280 studi inserendo la parola chiave “*Malunited distal radius fracture*” e 150 studi utilizzando le parole chiave “*Corrective osteotomy of the distal radius*”. I criteri di inclusione sono stati: malconsolidazione di frattura del radio distale, frattura extra-articolare, placca volare, utilizzo di innesto osso prelevato da cresta iliaca (spongioso o cortico-spongioso), non utilizzo di innesto osseo. Dodici studi rientravano nei criteri di inclusione.

RISULTATI: In 7 dei 12 studi considerati è stato utilizzato l'innesto osseo, mentre nei restanti 5 non è stato utilizzato alcun innesto. Nella maggior parte dei casi si è trattato di una malconsolidazione dorsale. Il tempo medio di guarigione è risultato sovrapponibile utilizzando l'innesto osseo o no (media di 12,5 settimane, con range da 7,5 a 16 settimane).

Negli studi che hanno utilizzato il Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score è stato riportato un incremento medio di 23 punti con entrambi gli approcci.

CONCLUSIONI: In questa revisione della letteratura è stato dimostrato che l'innesto osseo non è sempre necessario nel trattamento con osteotomia correttiva, stabilizzata con placca volare per le fratture malconsolidate extra-articolari di radio distale.

Parole chiave: malconsolidazione, frattura radio, osteotomia, innesto osseo, placca volare

SUMMARY

INTRODUCTION: Distal radius fractures represent the 10%-12% of all fractures. One of the most common complication following distal radial fractures is malunion, especially when treated with close reduction and cast immobilization. The aim of this study is to review the current literature regarding corrective osteotomies to provide the best evidence of the rule of bone grafting.

MATERIALS AND METHODS: Our Medline literature search included 280 studies using the following key words “*Malunited distal radius fracture*” and 150 studies using key words “*Corrective osteotomy of the distal radius*”. Inclusion criteria were: malunited distal radial, extra articular fracture, volar locking plate, use of iliac bone graft (cancellous or corticocancellous), non-use of bone graft. Twelve studies met the inclusion criteria.

RESULTS: Seven of the 12 studies considered, described the use of a graft; the remaining five studies didn't use any graft. Type of malunion was dorsal in most of the studies. The healing time was comparable using the graft or not (mean 12.5 weeks), ranging from 7,5 to 16 weeks. The mean DASH score improvement was 23 points both in the studies that used the graft and in those not using the graft.

CONCLUSIONS: This review demonstrated that corrective osteotomy of extra-articular malunited fractures of the distal radius treated by volar locking plate does not necessarily require bone graft.

Keywords: malunion, radial fracture, osteotomy, graft, volar plate

INTRODUZIONE

Le fratture del radio distale rappresentano il 10-12% di tutte le fratture [1,2,3]. Una delle complicanze più comuni è la malconsolidazione, specialmente quando trattate con riduzione a cielo chiuso ed immobilizzazione in gesso [4]. I pazienti con frattura di radio distale malconsolidata presentano solitamente dolore al polso; ridotta escursione articolare, in particolare in supinazione; ridotta forza di presa; alterazione del profilo anatomico; sviluppo tardivo di patologie compressive neurologiche soprattutto a carico del nervo mediano, con possibile insorgenza di sindrome del tunnel carpale [5,6,7]. Le osteotomie correttive mirano al ripristino della normale conformazione anatomica ed a miglioramento della fun-

zionalità. Negli ultimi anni sono state descritte diverse tecniche per le osteotomie correttive di radio distale [1,6,8]; nonostante l'osteotomia a cuneo di apertura con approccio dorsale, utilizzando innesto osseo e placche non a stabilità angolare, sia stata negli ultimi anni la tecnica più ampiamente raccomandata per il trattamento delle pseudoartrosi di radio distale, questa procedura richiede un esteso approccio dorsale e spesso determina un'irritazione dei tendini degli estensori. Recentemente, con l'introduzione delle placche a stabilità angolare, è aumentato l'interesse nell'utilizzo della via d'accesso volare [9,10]. Nell'eseguire un'osteotomia a cuneo di apertura dorsale, viene creato dal chirurgo un gap triangolare a base dorsale, che può essere colmato con

tre diversi metodi: innesto osseo autologo spongioso o cortico-spongioso; materiale sintetico (Norian, BMP, OP-1); nessun innesto osseo [11,12].

INNESTO OSSEO AUTOLOGO

L'innesto osseo autologo è il tipo più utilizzato e può essere prelevato da cresta iliaca, femore distale, tibia prossimale, perone, radio distale ed olecrano. L'innesto osseo non vascolarizzato, prelevato dalla cresta iliaca, è efficace nel trattamento dei difetti ossei inferiori ai 5-6 cm in lunghezza, in presenza di tessuti ben vascolarizzati, senza segni di infezione attiva e rappresenta il tipo di innesto di prima scelta nel riempimento del gap creato dall'osteotomia. Possibili complicanze legate al prelievo dell'innesto osseo da cresta iliaca sono rappresentate da:

dolore cronico, meralgia parestesica, infezioni, fratture, ematomi, alterazioni estetiche, aderenze cicatriziali, lesioni vascolari e sviluppo di ernie [12]. Inoltre, può risultare difficile talvolta il prelievo di un innesto osseo di forma e dimensioni che corrispondano con precisione alle dimensioni del gap osseo creato dall'osteotomia [13]. Risultati clinici sovrapponibili sono stati riportati utilizzando l'innesto osseo spongioso e cortico-spongioso [14]. Tuttavia, l'osso spongioso offre tre vantaggi rispetto all'innesto cortico-spongioso:

- 1) non ha bisogno di essere prelevato con forma e dimensioni specifiche;
- 2) il tempo necessario per il prelievo e la preparazione dell'innesto è più breve;
- 3) la sintesi definitiva con placca e viti risulta più semplice (Figure 1,2,3).

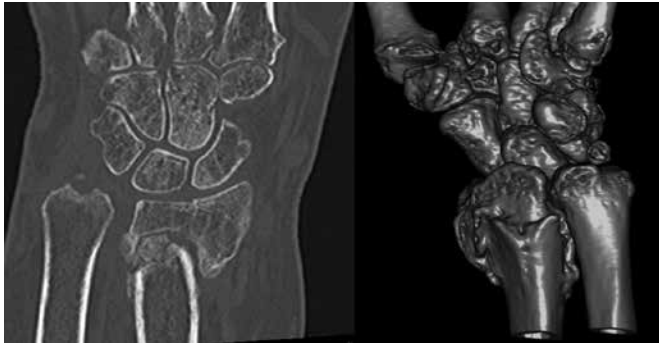


Figura 1. Valutazione TC in 2D e 3D che documenta un caso di malconsolidazione extra-articolare.

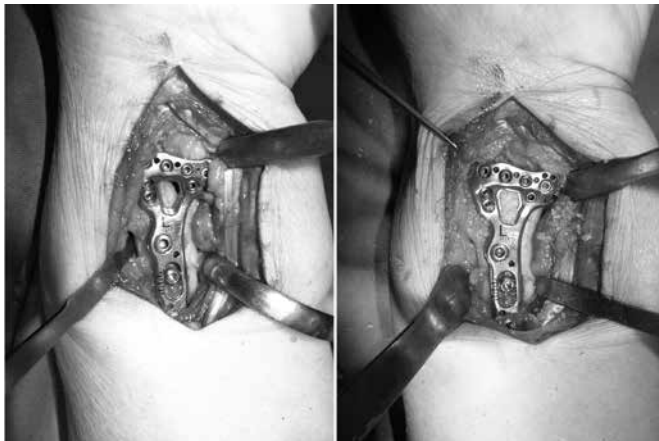


Figura 2. Immagini intraoperatorie che mostrano la correzione della malconsolidazione con utilizzo di innesto osseo morcellizzato.



Figura 3. Controllo radiografico a 3 mesi di follow-up con completa guarigione ossea del sito di osteotomia e mantenimento della correzione iniziale.

INNESTO SINTETICO

Per evitare le morbidità legate al sito di prelievo, possono essere utilizzati materiali sostituiti dell'innesto osseo autologo. Tuttavia una sintesi assolutamente stabile è fondamentale in questo caso al fine di ottenere risultati funzionali e radiografici comparabili all'utilizzo dell'innesto osseo autologo. Sostituti dell'osso con proprietà osteoconduttive sono stati ottenuti con prodotti a base di minerali quali l'idrossiapatite (HA) ed il solfato di calcio (CS). L'idrossiapatite è stata utilizzata sia nel trattamento delle fratture di radio distale [15] sia nelle osteotomie correttive di fratture malconsolidate [16]. Nonostante il CS sia altamente biocompatibile, la sua velocità di riassorbimento è molto veloce, potendo causare il fallimento con rottura dei mezzi di sintesi, che può però essere evitato con il mantenimento di un contatto delle due corticali volari a livello del sito di osteotomia [16,17].

SOSTITUTI DELL'OSSO CON PROPRIETÀ OSTEOINDUTTIVE

Le *bone morphogenetic proteins* (BMPs) hanno la capacità di indurre le cellule stami-

nali mesenchimali a differenziarsi in condrociti ed osteoblasti. L'efficacia delle BMPs è stata studiata pre-clinicamente ed ha portato all'introduzione in clinica delle più potenti BMPs, in particolare la BMP-2 e BMP-7 [18,19]. La BMP-7, anche conosciuta come proteina osteogenica 1 (OP-1), è nota per le sue proprietà osteoinduttive. La sua efficacia clinica è stata dimostrata in chirurgia vertebrale, nel trattamento delle pseudoartrosi di tibia, e più recentemente anche nelle pseudoartrosi dell'anello pelvico [19,20]. Tuttavia, secondo Ekrol et al. [20], l'OP-1 non conferisce una stabilità pari a quella dell'innesto osseo nelle osteotomie correttive del radio distale; inoltre il tempo di guarigione è risultato maggiore utilizzando l'OP-1 rispetto all'innesto osseo autologo.

TECNICA SENZA INNESTO OSSEO

L'utilizzo dell'innesto osseo non sembra essere sempre necessario nel trattamento con osteotomia correttiva stabilizzata con placca a stabilità angolare per fratture malconsolidate extra-articolari di radio distale. Senza l'utilizzo dell'innesto osseo può essere utile mantenere il contatto delle corticali volari, per garantire la trasmissione delle forze vettoriali attraverso la sintesi, dal segmento distale del radio a quello prossimale [21] (Figure 4,5,6).

MATERIALI E METODI

La nostra ricerca su Medline ha individuato 280 studi inserendo la parola chiave "*Malunited distal radius fracture*" e 150 studi utilizzando le parole chiave "*Corrective osteotomy of the distal radius*". I criteri di inclusione sono stati: malconsolidazione di frattura del radio distale, frattura extra-articolare, placca volare, utilizzo di innesto osseo prelevato da cresta iliaca (spungioso o cortico-spungioso), non utilizzo di innesto osseo. 12 studi rientravano nei criteri d'inclusione.



Figura 4. Radiografia preoperatoria che documenta un caso di malconsolidazione extra-articolare dorsale.



Figura 5. Immagini intraoperatorie che mostrano la tecnica chirurgica con placca volare a stabilità angolare (Hand Innovations) senza utilizzo di innesto osseo.

RISULTATI

In 7 dei 12 studi considerati è stato utilizzato l'innesto osseo, mentre nei restanti 5 non è stato utilizzato alcun innesto. Nella maggior parte dei casi si trattava di malconsolidazione dorsale. In tabella 1 sono



Figura 6. Controllo radiografico a 3 mesi di follow-up che mostra il progressivo riempimento con osso di nuova formazione del gap formato dall'osteotomia.

riportati per ogni studio il numero di pazienti arruolati, la tecnica chirurgica (utilizzo di innesto osseo e non), il tipo di malconsolidazione (volare o dorsale), il tempo di guarigione, l'outcome clinico (DASH score), il livello di dolore (VAS score) e l'insorgenza di possibili complicanze. Il tipo di innesto osseo utilizzato è risultato: innesto cortico-spongioso prelevato da cresta iliaca in 4 studi ed innesto spongioso prelevato sempre dalla cresta iliaca nei restanti 3 studi. Inoltre, Malone et al. [22] hanno utilizzato innesto osseo morcellizzato in un caso e Wada et al. [23] il fosfato tricalcico. Nei restanti 5 studi non è stato utilizzato l'innesto. Il numero totale di pazienti trattati con innesto osseo è risultato inferiore rispetto al numero di pazienti trattati senza innesto (97 pazienti vs. 104). La malconsolidazione è risultata essere dorsale nella maggior parte dei casi. Il tempo medio di guarigione è risultato sovrapponibile utilizzando l'innesto osseo o no (media di 12,5 settimane, con range da 7,5 [24] a 16 [25,26] settimane). Negli studi che hanno utilizzato il *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH) Score è stato

Tabella 1. Risultati della principale letteratura valutata.

Autore, Rivista, Anno	N° di pazienti	Innesto	Tipo di malconsolidazione	Tempo di guarigione	Risultati Clinici (DASH)	Dolore	Complicanze
Gradl et al. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> 2013 [27]	14	Innesto di osso cortico-spongioso da cresta iliaca	Dorsale in 7 casi Volare in 4 casi	Non riportato	36	4.2± 2.9	Mioelettrica
Malone et al. <i>JHS</i> 2006 [22]	3	Innesto di osso cortico-spongioso da cresta iliaca in 2 casi Osso morcellizzato in 1 caso	Dorsale	9 settimane	12	3.3	Cosmetica
Peterson et al. <i>Hand</i> 2008 [28]	8	Innesto di osso cortico-spongioso da cresta iliaca	Dorsale in 6 casi Volare in 2 casi	Non riportato	10.8	Non riportato	Mioelettrica
Rothenfluh et al. <i>J Wrist Surg</i> 2013 [29]	14	Innesto di osso corticale da cresta iliaca	Dorsale	12 settimane	17.32	3.59	Nessuna
Wada et al. <i>JBJS</i> 2011 [23]	16	Innesto di osso corticale da cresta iliaca o sostituto osseo con tricalcio fosfato	Dorsale e volare	13 settimane	14	Miglioramento significativo	Cinematica
Sato et al. <i>JHS</i> 2009 [24]	28	Innesto di osso cortico-spongioso da cresta iliaca	Volare	7.5 settimane	46	4.2	Cinematica
Miyake et al. <i>CORR</i> 2011 [26]	10	Innesto di osso corticale da cresta iliaca	Dorsale	16 settimane	Non riportato	Miglioramento significativo	Nessuna
Farshad et al. <i>JHS</i> 2013 [11]	28	<i>No</i>	Non specificato	Non riportato	Non riportato	Non riportato	Mioelettrica
Mahmoud et al. <i>JBJS</i> 2012 [32]	22	<i>No</i>	Dorsale	10.4 settimane	21.6±13.5	3.4±1.5	Mioelettrica
Opel et al. <i>JHS</i> 2014 [30]	20	<i>No</i>	Non specificato	12 settimane	13.48	Non riportato	Mioelettrica
Ozer et al. <i>JHS</i> 2011 [31]	14	<i>No</i>	Dorsale	11 settimane	28	Non riportato	
Tarallo et al. <i>J Orthop Traumatol</i> 2014 [25]	20	<i>No</i>	Dorsale	16 settimane	28.5	0.8	Mioelettrica

riportato un miglioramento medio di 23 punti sia utilizzando l'innesto osseo (range, 11-46 punti) [22-24,27-29], sia in quegli studi in cui non è stato utilizzato l'innesto (range, 13-28 punti) [25,30-32]. Compli-

canze post-operatorie sono state riportate solo raramente [11,22,23,26,29,32]. Nella maggioranza degli studi non è stata riportata una significativa perdita della correzione ottenuta, inclusi i pazienti più anziani.

DISCUSSIONE

Nella maggior parte degli studi valutati è stato utilizzato innesto osseo spongioso o cortico-spongioso prelevato da cresta iliaca. Gradl et al. [27] hanno utilizzato innesto osseo cortico-spongioso prelevato da cresta iliaca; in particolare sono stati inclusi 18 pazienti (8 donne, 10 uomini) con un'età media di 41 anni (range, 17-47 anni) trattati con approccio volare in 14 casi e con approccio combinato (volare e dorsale) in 4 casi. Il tipo di malconsolidazione è stato volare in 7 casi e dorsale in 11. Ad un follow-up medio di 7 anni, il range articolare è migliorato significativamente in tutti i casi ed il DASH score è diminuito significativamente da 59 a 23 punti. Un importante miglioramento in termini di punteggio DASH è stato riportato anche nello studio del 2009 di Sato et al. [24] nel quale sono stati analizzati retrospettivamente 28 pazienti con frattura di radio distale malconsolidata volarmente, trattati con osteotomia a cuneo di apertura ed innesto osseo prelevato da cresta iliaca. Tutti i pazienti sono stati valutati ad un follow-up medio di 25 mesi, riportando un miglioramento significativo del dolore da un punteggio VAS di 45 a 3, un incremento significativo del range articolare e del DASH score (da una media di 55 punti preoperatorio a 9 punti al follow-up). Alla valutazione radiografica il tilt volare radiale è passato da una media di 32° a 10° e l'angolo di inclinazione radiale da 17° a 21°. La varianza ulnare da 5,9 mm è stata corretta a -0,1 mm. Il tempo di guarigione del sito di osteotomia è risultato in media di 52 giorni (51 giorni nei pazienti più giovani, 54 giorni nei più anziani). Le complicanze descritte più frequentemente conseguenti al trattamento con placca dorsale delle malconsolidazioni dorsali è risultata essere la tenosinovite degli estensori con

talvolta rottura tendinea [20,33,34]. Keller et al. [35] hanno analizzato una serie di 49 pazienti sottoposti ad osteotomia correttiva con placca dorsale riportando, ad un follow-up medio di 32 mesi, un punteggio DASH medio di 14,4 punti con buona mobilità e forza di presa. Tuttavia, 37 su 49 pazienti hanno necessitato della rimozione della placca, mentre dei 12 pazienti non trattati con rimozione di placca, in un caso si è verificata la rottura del tendine del muscolo estensore proprio dell'indice. Alcuni autori hanno ipotizzato che le complicanze a carico dei tendini estensori siano correlate con lo spessore della placca dorsale [21,27]; tuttavia studi più recenti sostengono che questo tipo di complicanza possa verificarsi anche con l'utilizzo di placche a basso profilo. Inoltre, il posizionamento delle viti distali è importante: Gradl et al. [27] hanno riportato in un caso lo sviluppo di una tendinite sintomatica del tendine dell'estensore lungo del pollice, dovuta ad una protrusione dorsale di una vite dopo osteotomia correttiva con placca volare a stabilità angolare ed innesto osseo autologo. Malone et al. [22] hanno valutato 4 pazienti trattati con placca volare ed innesto osseo per malconsolidazione dorsale: 2 pazienti sono stati trattati con innesto osseo autologo prelevato da cresta iliaca, 1 paziente con osso morcellizzato, e nel restante caso è stato utilizzato innesto osseo prelevato dall'epifisi distale ulnare. Gli autori hanno concluso che le placche volari a stabilità angolare, grazie alla rigidità del sistema, rappresentano una valida alternativa alle placche dorsali o ai sistemi di fissazione esterna nel trattamento delle malconsolidazioni sia volari che dorsali. Risultati sovrapponibili in termini di correzione della deformità anatomica del radio distale, miglioramento del range articolare e ripristino dei normali rapporti

dell'articolazione radioulnare distale sono stati ottenuti da Rothenfluh et al. [29], Wada et al. [23] e Peterson et al. [28]. Tutti e tre gli autori hanno utilizzato innesto osseo autologo prelevato da cresta iliaca, riportando punteggi DASH sovrapponibili in assenza di complicanze, eccetto lo studio di Rothenfluh et al. [29] nel quale è stato descritto un caso di scomposizione secondaria del frammento distale 21 giorni dopo l'osteotomia correttiva. Nel suo studio, Rothenfluh ha comparato i risultati ottenuti tra approccio dorsale più innesto osseo trapezoidale stabilizzato con placca a basso profilo ed approccio volare con placca a stabilità angolare ed osso morcellizzato ottenendo risultati sostanzialmente sovrapponibili. Tuttavia con l'approccio volare sono stati riportati risultati migliori in termini di recupero dell'articolazione in flessione ed un minor tasso di complicanze, rappresentate principalmente, da tenosinovite degli estensori con successiva necessità di rimozione dei mezzi di sintesi. Numerosi articoli, di cui il primo risalente agli anni '30 [36], hanno riportato casi di osteotomia correttiva dell'epifisi distale radiale trattati senza innesto osseo. Nella letteratura più recente, Mahmoud et al. [32] hanno analizzato 22 pazienti sottoposti ad osteotomia correttiva per fratture extra-articolari di radio distale malconsolidate dorsalmente, trattati con placca volare a stabilità angolare senza utilizzo di innesto osseo. La consolidazione radiologica è stata ottenuta ad una media di 10,4 settimane (range, 8-14 settimane). Ad un follow-up medio di 18 mesi il punteggio DASH è diminuito da 34,5 a 12,9; la VAS e la forza di presa sono migliorate rispettivamente di 3,4 punti e 17,4 kg; la correzione radiologica della deformità ed il miglioramento del range articolare sono stati raggiunti in tutti i casi. Complicanze sono state riportate in 6

pazienti (27%): 1 caso di frattura longitudinale intraoperatoria della diafisi radiale trattata con 1 vite interframmentaria; neuropatia transitoria del nervo mediano in 1 caso; complex pain regional syndrome in 1 caso; 1 caso di tenosinovite degli estensori causato dalla prominenza dorsale di una vite; 2 casi di dolore sul lato ulnare trattati con osteotomia in accorciamento dell'ulna. Tarallo et al. [25] hanno analizzato 20 pazienti trattati con osteotomia correttiva con placca volare a stabilità angolare senza utilizzo di innesto osseo, riportando ad una media di 50 mesi di follow-up un miglioramento significativo del dolore, range articolare, forza di presa e DASH score. Come ben noto, la guarigione ossea dipende da molteplici fattori, inclusi: la vascolarizzazione e la stabilità meccanica della sintesi [37]. Inoltre il contatto tra le due superfici corticali a livello del sito dell'osteotomia rappresenta un fattore altrettanto importante [31]. Il prelievo di innesto osseo autologo richiede mediamente un incremento del tempo operatorio di circa 20 minuti e si può associare a diverse complicanze [31], la più frequente delle quali sono quelle legate al sito di prelievo, soprattutto per gli innesti prelevati da cresta iliaca. Complicanze minori possono presentarsi nel 7,1-39% dei pazienti ed includono: persistenza del dolore sul sito di prelievo dell'innesto, lesione dei nervi superficiali sensitivi, ematoma o sieroma ed infezioni superficiali [38,39]. Per quanto riguarda l'utilizzo di innesti non autologhi, tali prodotti non comportano possibili complicanze legate al sito di prelievo; tuttavia il loro utilizzo è gravato da un elevato costo di produzione ed il rischio, seppur minimo, di trasmissione di malattie. Abramo et al. [18] hanno valutato 25 pazienti trattati con osteotomia correttiva ad approccio dorsale ed utilizzo di miscela di fosfato di calcio (Norian SRS) come inne-

sto osseo per fratture di radio distale malconsolidate dorsalmente. Ad un anno di follow-up, la forza di presa è aumentata dal 62%, rispetto alla mano contro laterale, all'82%, con un miglioramento del punteggio DASH di 12 punti. Tuttavia in un caso, è stata osservata a 2 mesi di follow-up la rottura della placca a livello del sito di osteotomia. Anche Jepegnam et al. [40] hanno riportato il fallimento del sistema in 2 pazienti anziani trattati con osteotomia correttiva ed utilizzo di solfato di calcio per fratture di radio distale malconsolidate. Un veloce riassorbimento dell'innesto potrebbe essere vantaggioso in specifiche condizioni, ma risulta altamente problematico quando l'innesto deve contribuire alla stabilità meccanica del sistema per settimane o mesi. Gli autori hanno ipotizzato che il fallimento sia stato causato dal fatto che in questi casi la formazione di nuovo osso non è stata abbastanza rapida quanto il riassorbimento dell'innesto, suggerendo pertanto che i sostituti dell'osso con una rapida velocità di riassorbimento dovrebbero essere utilizzati con cautela nei pazienti per i quali ci si aspetta una più lenta guarigione ossea. Le migliori caratteristiche meccaniche dell'innesto osseo, paragonata ai materiali sintetici, è stata sottolineata anche da Ekrol et al. [20], i quali hanno confrontato l'OP-1 con l'innesto osseo autologo, concludendo che l'OP-1 non conferisce la stessa stabilità dell'innesto osseo, riducendo la capacità di consolidazione. In conclusione, i risultati di questa revisione della letteratura dimostrano che il trattamento delle fratture extra-articolari malconsolidate di radio distale, trattate con osteotomia correttiva stabilizzata con placca volare a stabilità angolare, non necessariamente richiedono l'uso di innesto osseo. Il tempo di consolidazione ed i risultati funzionali sono risultati sovrapponibili

a quelli ottenuti con l'uso di innesto osseo. Quando non viene utilizzato l'innesto, suggeriamo di mantenere un contatto tra le due superfici corticali volari a livello del sito di osteotomia, per garantire la trasmissione delle forze vettoriali attraverso la sintesi, dal segmento distale del radio a quello prossimale. Tuttavia, l'utilizzo dell'innesto osseo può rappresentare un valido supporto, specialmente per colmare ampi gap ossei. I materiali sintetici presentano l'intrinseco vantaggio di non comportare complicanze legate al sito di prelievo, tuttavia sembrano non conferire la stessa stabilità dell'innesto osseo. Il loro utilizzo è limitato dal più rapido riassorbimento rispetto all'innesto osseo, perciò andrebbero utilizzati con cautela in quei pazienti nei quali ci si aspetta un più lento processo di formazione di callo osseo.

BIBLIOGRAFIA

1. Slagel BE, Luenam S, Pichora DR. Management of post-traumatic malunion of fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 2007; 38: 203-216.
2. Lindstrom A. Fractures of the distal radius: a clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scand Suppl* 1959; 41: 1-118.
3. Bacorn RW, Kurtzke JF. Colles' fracture: a study of two thousand cases from the New York State Workmen's Compensation Board. *J Bone Joint Surgery Am* 1953; 35(3): 643-658.
4. Amadio PC, Botte MJ. Treatment of malunion of the distal radius. *Hand Clin* 1987; 3(4): 541-561.
5. Sharpe F, Stevanovic M. Extra-articular distal radial fracture malunion. *Hand Clin* 2005; 21(3): 469-487.
6. Jupiter JB, Fernandez DL. Complications following distal radial fractures. *Instr Course Lect* 2002; 51: 203-19.
7. Schmitz MA, Finnegan M, Natarajan R, et al. Effects of smoking on tibial shaft frac-

- ture healing. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 365: 184–200.
8. Sennwald G, Fischer M. Correction du cal vicieux du radius distal par ostéotomie de glissement-avancement. *Ann Chir Main* 1993; 12: 214–219.
 9. Watson HK, Castle TH Jr. Trapezoidal osteotomy of the distal radius for unacceptable articular angulation after Colles' fractures. *J Hand Surg Am* 1988; 13: 837–43.
 10. Posner MA, Ambrose L. Malunited Colles' fractures: correction with a biplanar closing wedge osteotomy. *J Hand Surg Am* 1991; 16: 1017–26.
 11. Farshad M, Hess F, Nagy L, et al. Corrective osteotomy of distal radial deformities: a new method of guided locking fixed screw positioning *J Hand Surg Eur Vol* 2013; 38(1): 29-34.
 12. Laftman P, Sigurdsson F, Stromberg L. Recovery of diaphyseal bone strength after rigid internal plate fixation. An experimental study in the rabbit. *Acta Orthop Scand* 1980; 51(2): 215–222.
 13. Younger EM, Chapman MW. Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma* 1989; 3(3): 192-5.
 14. Conway JD. Autograft and nonunions: morbidity with intramedullary bone graft versus iliac crest bone graft. *Orthop Clin North Am* 2010; 41(1): 75-84.
 15. Ring D, Roberge C, Morgan T, et al. Osteotomy for malunited fractures of the distal radius: a comparison of structural and non-structural autogenous bone grafts. *J Hand Surg Am* 2002; 27(2): 216-22.
 16. Luchetti R. Corrective osteotomy of malunited distal radius fractures using carbonated hydroxyapatite as an alternative to autogenous bone grafting. *J Hand Surg Am* 2004; 29: 825–834.
 17. Peltier LF. The use of plaster of Paris to fill defects in bone. *Clin Orthop* 1961; 21: 1–31.
 18. Abramo A, Tagil M, Geijer M, et al. Osteotomy of dorsally displaced malunited fractures of the distal radius: no loss of radiographic correction during healing with a minimal invasive fixation technique and an injectable bone substitute. *Acta Orthop* 2008; 79: 262–268.
 19. Giannoudis PV, Tzioupis C. Clinical applications of BMP-7: the UK perspective. *Injury* 2005; 36(Suppl 3): S47–50.
 20. Ekrol I, Hajducka C, Court-Brown C, et al. A comparison of RhBMP-7 (OP-1) and autogenous graft for metaphyseal defects after osteotomy of the distal radius. *Injury* 2008; 39 (Suppl 2): S73-82.
 21. Lozano-Calderon S, Moore M, Liebman M, et al. Distal radius osteotomy in the elderly patient using angular stable implants and Norian bone cement. *J Hand Surg Am* 2007; 32: 976–983.
 22. Malone KJ, Magnell TD, Freeman DC, et al. Surgical correction of dorsally angulated distal radius malunions with fixed angle volar plating: a case series. *J Hand Surg Am* 2006; 31(3): 366-72.
 23. Wada T, Tatebe M, Ozasa Y, et al. Clinical outcomes of corrective osteotomy for distal radial malunion. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93: 1619-26.
 24. Sato K, Nakamura T, Iwamoto T, et al. Corrective osteotomy for volarly malunited distal radius fracture. *J Hand Surg Am* 2009; 34(1): 27-33.
 25. Tarallo L, Mugnai R, Adani R, et al. Malunited extra-articular distal radius fractures: corrective osteotomies using volar locking plate. *J Orthop Traumatol* 2014; 15(4): 285-90.
 26. Miyake J, Murase T, Moritomo H, et al. Distal Radius Osteotomy with Volar Locking Plates Based on Computer Simulation. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 1766–1773.
 27. Grادل G, Jupiter J, Pillukat T, Knobe M, et al. Corrective osteotomy of the distal radius following failed internal fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2013; 133: 1173–1179.
 28. Peterson B, Gajendran V, Szabo RM. Corrective osteotomy for deformity of the distal radius using a volar locking plate. *Hand (NY)* 2008; 3(1): 61–68.

29. Rothenfluh E, Schweizer A, Nagy L. Opening Wedge Osteotomy for Distal Radius Malunion: Dorsal or Palmar Approach. *J Wrist Surg* 2013; 2: 49–54.
30. Opel S, Konan S, Sorene E. Corrective distal radius osteotomy following fracture malunion using a fixed-angle volar locking plate. *J Hand Surg Eur Vol* 2014; 39(4): 431-5.
31. Ozer K, Kiliç A, Sabel A, et al. The role of bone allografts in the treatment of angular malunions of the distal radius. *J Hand Surg Am* 2011; 36(11): 1804-9.
32. Mahmoud M, El Shafie S, Kamal M. Correction of dorsally-malunited extra-articular distal radial fractures using volar locked plates without bone grafting. *J Bone Joint Surg Br* 2012; 94: 1090–6.
33. Schnur DP, Chang B. Extensor tendon rupture after internal fixation of a distal radius fracture using a dorsally placed AO/ASIF titanium pi plate. *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation. Ann Plast Surg* 2000; 44: 564–566.
34. Simic PM, Robison J, Gardner MJ, et al. Treatment of distal radius fractures with a low-profile dorsal plating system: an outcomes assessment. *J Hand Surg Am* 2006; 31(3): 382–386.
35. Keller M, Steiger R. Open reduction and internal fixation of distal radius extension fractures in women over 60 years of age with the dorsal radius plate (pi-plate). *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006; 38(2): 82–9.
36. Meyerding HW, Overton LM. Malunited fracture of the lower end of the radius (Colles' fracture) treated by osteotomy. *Minnesota Medicine* 1935; 18: 84–89.
37. Scheer JH, Adolfsson LE. Non-union in 3 of 15 osteotomies of the distal radius without bone graft. *Acta Orthop* 2015; 86(3): 316-20.
38. Westrich GH, Geller DS, O'Malley MJ, et al. Anterior iliac crest bone graft harvesting using the corticocancellous reamer system. *J Orthop Trauma* 2001; 15(7): 500–506.
39. Dimitriou R, Mataliotakis GI, Angoules AG, et al. Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: a systematic review. *Injury* 2011; 42 (Suppl 2): S3–S15.
40. Jepegnanam TS, von Schroeder HP. Rapid resorption of calcium sulfate and hardware failure following corrective radius osteotomy: 2 case reports. *J Hand Surg Am* 2012; 37(3): 477-80.

HAND COMPRESSIVE NEUROPATHIES IN SPORTSMEN

Francesca Masetto, Eleftheria Kontou, Paolo Ghiggio, Marco Pettiti, Luigi Trifilio
Orthopedic and Traumatologic Center, Hand's Surgery Center, ASL TO4, Ivrea (TO)

Referente:

Paolo Ghiggio – Ospedale Civile di Ivrea – Centro Chirurgia Mano, 10015 Ivrea (TO) – Tel. 0125 414315

E-mail: paologhiggio@virgilio.it

NEUROPATIE COMPRESSIVE DELLA MANO NELLO SPORTIVO

SUMMARY

Compressive neuropathies in sportsmen even though are rare. The pathogenesis of compressive neuropathies is suggested to depend on repetitive and persistent micro-trauma due to overuse. Early recognition of the disease is mandatory in order to avoid diagnostic errors and therapeutic delays that prove to be harmful to athletes activity. We report a series of compressive neuropathies in athletes, divided as follows: 3 cases of radial nerve compression at the styloid region. 8 cases of median nerve compression at the carpal tunnel. Digital compression was found in 5 patients. Compression of ulnar nerve at the level of Guyon canal occurred in 3 mountain bikers.

Conservative treatment consists on rest, taping- splinting, modification of the existing equipments in order to limit nerve compression. Surgical treatment is indicated in cases which conservative therapy has been unsuccessful.

Keywords: sport's pathology, nerve's lesion

SINTESI

Le neuropatie della mano nello sportivo non sono frequenti. La patogenesi di queste lesioni è da fare risalire a ripetuti e persistenti microtraumi, legati anche al sovraccarico funzionale. È importante un'attenta valutazione di questa patologia per evitare danni legati a diagnosi ritardate. Gli Autori riportano la loro esperienza nelle patologie da compressione nervosa nello sportivo: 3 casi di compressione del ramo sensitivo radiale al polso, 8 casi di compressione del mediano al canale carpale, 5 casi di compressione dei nervi digitali, 3 casi di compressione del nervo ulnare al canale di Guyon e all'arcata pisa unciforme.

Il trattamento conservativo consiste in bendaggi cerottati, splint, e soprattutto nella modifica del gesto atletico errato. La neurolisi deve essere riservata a quei casi che non si risolvono conservativamente.

Parole chiave: patologia da sport, lesioni nervose.

INTRODUCTION

Compressive neuropathies in sportsmen - even though are rare - assume a particular importance since they should be precociously distinguished from other tendon and joint pathologies neighboring nerve trunks [19,20,32,33,36,37]. Early diagnosis and neurolysis in proven neurological deficit, allows a complete recovery and return to race.

Traumatic lesions of peripheral nerves of the hand in sportsmen, even though are not so frequent and not peculiar, nevertheless they should be distinguished from common traumatic pathology regarding the rest of the population [1,3].

The pathogenesis of compressive neuropathies is suggested to depend on repetitive and persistent microtrauma due to overuse activity, sufficient to overwhelm the ability of the tissues to adapt or on constantly extrinsic compressive forces from both tendons and muscles leading to nerve suffering and ischemia [4,5,9]. Early recognition of the disease is mandatory in order to avoid diagnostic errors and therapeutic delays that prove to be harmful to athletes [17].

This article analyzes the various sites of nerve entrapment as well as the relationship of compressive neuropathies of the hand to athletics.

MATERIAL-METHODS

RADIAL NERVE

At the elbow the radial nerve bifurcates near the radiocapitellar joint dividing in its motor branch known as posterior interosseous nerve which passes between the two heads of the supinator (Frohse's Arcade) and its superficial sensitive branch which travels under brachioradialis muscle and becomes superficial in the distal third of the forearm to supply sensation of the first web space and dorsoradial part of the hand.

The cause of compression depends on repetitive microtrauma (Wartenberg syndrome) [2,6,7,8], especially in sports, including continuous pronation-supination such as in basketball players (in the execution of BAGHER) and throwers. (Figure 1,2).



Figure 1. Radial sensitive branch compression at the wrist.



Figure 2. Same nerve after neurolysis.

MEDIAN NERVE

Compression proximally to the pronator quadratus is considered rare and affects gymnasts while at the wrist is more commonly found and may be due to flexor tenosynovitis in sporting activities that involve overuse of wrist and finger flexors such as in Motocross, Enduro and Trial as well as in racing drivers due to continuous gear changes. In the literature suffering of the palmar cutaneous nerve is described

mainly in the Cheer leaders [39] and volleyball players [25] while in both cyclists and mountain bikers nerve compression is caused by pressure exercised on the handlebar [24] that can be limited by using suitable gloves. Although in proximal compressive neuropathies (at the level of pronator teres and pronator quadratus or Kiloh Nevin Syndrome) only the FDP of the index finger is involved, in all the other sites of compression, distally to the wrist, paresthesias are distributed along the territory of the median nerve (in the radial three and one-half digits). Phalen and Tinel's test are variably positive [15].

DIGITAL NERVES

Although rare, compressive digital nerve neuropathy is suspected to be the result of repetitive trauma and extrinsic forces over the palm or digits [40]. Accurate clinical examination may reveal digital paresthesias or disesthesias especially on the distal part (P2 and P3), positive Tinel sign, absence of oedema with or without skin hyperkeratosis. ROM is normal without motor involvement. During surgical approach, perineural fibrosis and presence of neuroma in continuity are often found. EMG, Ultrasound, CT and MRI may be unreliable of demonstrating the lesion. Differential diagnosis includes flexor tenosynovitis (causing oedema and motor involvement), osteoarthritis of the IP joints, Thiemann Syndrome [18] (consisting in a vascular necrosis of the epiphyses of phalanges of fingers), post traumatic hyperostosis (swelling) and presence of cists affecting A2, A3 pulleys of flexor tendons (swelling).

ULNAR NERVE

Compression at the level of the wrist as the nerve enters the Guyon canal is not

rare [40]. This injury has been reported in athletes performing karate in motorcyclists and cyclists. This lesion may be the result of repetitive microtrauma on the base of the hypothenar eminence or more distally at the pisotriquetral joint especially in cyclists, body builders and athletes practising "Bowl game" (Figure 3). Symptoms depend on the site of compression: in the Guyon canal motor, sensitive or mixed symptoms may be present while at the pisotriquetral joint only motor deficits are found. Etiopathogenetic findings include perineural fibrous hyperplasia and neuroma in continuity [10,11,12,21,27,28,29,30,35].



Figure 3. Ulnar compression at pisotriquetral joint in Bowl game player.

PERSONAL SERIES

We report a series of compressive neuropathies in athletes, divided as follows: 3 cases of radial nerve compression at the styloid region in volleyball players treated with early neurolysis and satisfactory outcomes, 8 cases of median nerve compression at the carpal tunnel involving 3 cyclists (1 street and 2 mountain bike), 4 motorcyclists (2 motorcross, 1 enduro, 1 trial) and 1 racing driver with perineural fibrosis of palmar cutaneous nerve [34]. All cases were treated operatively with neurolysis (Figure 4) achieving full recovery and normal return to race. Digital compression was found in 5 patients where 2 included Bowling players with impairment of the radial collateral nerve of the thumb (Figure 5), 1 arc



Figure 4. Ulnar deep branch after neurolysis.



Figure 5. Sensitive branch compression at the thumb in Bowling player.

thrower (Archer) with compression of the ulnar collateral nerve of the index and 2 free climbers with lesion of the radial collateral nerve of the long finger (Figure 6,7) [18,26,31]. Compression of ulnar nerve at the level of Guyon canal occurred in 3 mountain bikers while at the pisotriquetral arcade 2 athletes were involved: 1 body builder due to excessive weight-lifting and 1 practising “bowl game” due to repetitive stress on hypothenar eminence [14].



Figure 6. Digital compression in free climber.



Figure 7. Ulnar collateral neurolysis in free climber.

RESULTS

1/3 of cases were treated conservatively by resting or correcting the offending activity, while in the remaining cases a surgical ap-

proach was chosen including external neurolysis with good functional and objective results. Conservative treatment consists on rest, taping- splinting, modification of the existing equipments in order to limit nerve compression (for example padding of bike's handlebar, correcting the position of brake and rear blocking have improved symptoms). A correct positioning on the saddle, a frame proportional to athlete's dimensions (in cyclists) and a properly fitted protective equipment, such as taping or brace, may be helpful to prevent nerve compressive pathologies [22,38].

Surgical treatment is indicated in cases which conservative therapy has been unsuccessful. More specifically endoscopic neurolysis was chosen in all cases of median nerve compression in the carpal tunnel while open neurolysis was preferred in 1 case out of 2 of ulnar collateral nerve compression of the thumb in bowling player and in 1 out of two free climbers who suffered radial collateral nerve compression of the index. Release of the Guyon canal was required in 50% of cases without resection of the hook of the hamate as described in the literature [23].

CONCLUSIONS

Even though rare, compressive neuropathies of hand and wrist in sportsmen are particularly important since they are responsible of disabling prolonged symptoms and recovery time. Overuse and repetitive stress may result in local nerve compression, responsible of relative ischemia, change in local ionic composition and mechanical alterations.

Differential diagnosis includes tenosynovitis of flexor tendons of digits and wrist, trigger finger, osteoarthritis of IP joints, Thiemann syndrome and cystic formations of flexor pulleys. Even though conservative

therapy should be the first choice of treatment, early surgical treatment is advisable in all cases of persistent nerve deficit or recurrence where neurolysis may avoid further neurological lesion and leads to complete healing.

REFERENCES

1. Franke K, Muller R. Traumatologia dello sport. Capozzi ed Roma 1978.
2. Ehrlich W, Dellon A, MacKinnon S. Cheiralgia Paresthetica (Entrapment of the radial sensory nerve) *Hand Surg* 8, 759, 1983.
3. Bedeschi P, Celli L. Le lesioni dei nervi periferici da sport. *Relaz LXIV Congr SIOT Roma* 1979.
4. Peri G, Merlo G, Peri S et al. Osservazioni anatomo topografiche e considerazioni cliniche nelle sindromi da intrappolamento di alcuni nervi dell'arto superiore. *Min Ortop* 39, 165, 1988.
5. Kopell HP, Thompson WA. *Peripheral entrapment neuropathies*. Williams & Wilkins, Baltimora 1988.
6. Wartemberg R. Cheiralgia Paraesthetica (Isolierte neuritis der ramus superficialis nervi radialis) *Z. Ges Neurol. Psychiatr* 141, 145, 1932.
7. Dellon AL, Mackinnon SE. Radial sensory nerve entrapment at the forearm. *J. Hand Surg* 11A, 199, 1986.
8. Crotti F, Ceretti L. et al. Cheiralgia paresthetica, considerazione su un caso di origine traumatica. *Ricv Internaz. Chir Vert e nervi perif* 1, 4, 605, 1986.
9. Sunderlands S. *Nerves and nerve injuries*. Williams & Wilkins. Baltimora, 1968.
10. Eckman PB, Perlstein G, Altrocchi PH. Ulnar neuropathy in bicycle riders. *Arch Neurol.* 1975, 32(2):130-2.
11. Allieu Y. La main du sportif. In Tubiana: *Traité de chirurgie de la main*. 773, vol 3, Masson Paris 1980.
12. Halona J, Collin J et al. La compression du nerf cubitale chez les coureurs cyclistes. *Ann Chir Main* 6,4, 282, 1987.

13. Hankey G, Gubbay S. Compressive mono-neuropathy of the deep ulnar branch of the ulnar nerve in Cyclists. *J Neurol. Neurosurg* 51, 1588, 1988.
14. Ghiggio P, Nobile G. Sindrome dell'arcata pisouniforme. Raro riscontro in patologia da sport. *It Journ Sports Traum* 4, 259, 1988.
15. Stellbrink G. Compression of the palmar branch median nerve. *Hand Chir.* 4,155, 1972.
16. Ghiggio P, Nobile G, Castelli PG. Ruolo della terapia chirurgica nella sindrome del tunnel carpale. *Riv Ital Chir vert e nervi periferici* 1, 4, 681, 1986.
17. Spinner M. Injuries to the major branches of the peripheral nerves of the forearm. Ed. WB Saunders, Philadelphia 1978.
18. Colognese L, Castaldi F, Gervasoni D, Cugola L. Le lesioni nel free climber: un caso di malattia di Thiemann. *Riv Chir. Mano* 27, 3, 385, 1990.
19. Cugola L, Ghiggio P, Nobile G, Testoni R. Le sindromi da intrappolamento dell'arto superiore nello sportivo. *Riv Chir Mano.* 1990: 27, 3, 391.
20. Ghiggio P, Nobile G, Cugola L, Testoni G. Sindromi da sofferenza nervosa del polso e della mano nello sport. *It Journ Sport Traum and related Research.* 1991, 13, 45.
21. Brown CK, Stainsby B, Sovak G. Guyon Canal Syndrome: lack of management in a case of unresolved handlebar palsy. *J Can Chiropr Assoc.* 2014 Dec;58(4):413-20.
22. Russell CR. Therapy challenges for athletes: splinting options. *Clin Sports Med.* 2015 Jan;34(1):181-91.
23. Devers BN, Douglas KC, Naik RD, Lee DH, Watson JT, Weikert DR. Outcomes of hook of hamate fracture excision in high-level amateur athletes. *J Hand Surg Am.* 2013 Jan;38(1):72-6.
24. Robb A, Saiko S. The influence of glove and hand position on pressure over the ulnar nerve during cycling. *J Can Chiropr Assoc.* 2009 Dec;53(4):300-10.
25. Gitkind AI, Zhao P, Oh-Park MY, Fast A. Median palmar cutaneous nerve injury in a volleyball player. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009 Apr;88(4):272-4.
26. Bruens ML, Dobbelaar P, Koes BW, Coert JH. Arm injuries due to sport climbing. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2008 Aug 16;152(33):1813-9.
27. Akuthota V, Plastaras C, Lindberg K, Tobey J, Press J, Garvan C. The effect of long-distance bicycling on ulnar and median nerves: an electrophysiologic evaluation of cyclist palsy. *Am J Sports Med.* 2005 Aug;33(8):1224-30.
28. Patterson JM, Jaggars MM, Boyer MI. Ulnar and median nerve palsy in long-distance cyclists. A prospective study. *Am J Sports Med.* 2003 Jul-Aug;31(4):585-9.
29. Capitani D, Beer S. Handlebar palsy-a compression syndrome of the deep terminal (motor) branch of the ulnar nerve in biking. *J Neurol.* 2002 Oct;249(10):1441-5.
30. Bilić R, Kolundzić R, Jelić M. Overuse injury syndromes of the hand, forearm and elbow. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2001 Dec;52(4):403-14.
31. Peters P. Nerve compression syndromes in sport climbers. *Int J Sports Med.* 2001 Nov;22(8):611-7.
32. Rettig AC. Wrist and hand overuse syndromes. *Clin Sports Med.* 2001 Jul;20(3):591-611.
33. Izzi J, Dennison D, Noerdlinger M, Dasilva M, Akelman E. Nerve injuries of the elbow, wrist, and hand in athletes. *Clin Sports Med.* 2001 Jan;20(1):203-17.
34. Masmajan EH, Chavane H, Chantegret A, Issermann JJ, Alnot JY. The wrist of the formula 1 driver. *Br J Sports Med.* 1999 Aug;33(4):270-3.
35. Andersen KV, Bovim G. Impotence and nerve entrapment in long distance amateur cyclists. *Acta Neurol Scand.* 1997 Apr;95(4):233-40.
36. Burnham RS, Steadward RD. Upper extremity peripheral nerve entrapments among wheelchair athletes: prevalence,

- location, and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994 May;75(5):519-24.
37. Sicuranza MJ, McCue FC 3rd. Compressive neuropathies in the upper extremity of athletes. *Hand Clin.* 1992 May;8(2):263-73
38. McCue FC 3rd, Mayer V. Rehabilitation of common athletic injuries of the hand and wrist. *Clin Sports Med.* 1989 Oct;8(4):731-76.
39. Shields RW Jr, Jacobs IB. Median palmar digital neuropathy in a cheerleader. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986 Nov;67(11):824-6.
40. Rousseau JJ. Sports and ulnar neuropathies. *Rev Med Liege.* 1980 Feb 15;35(4):113-7.

LA FASCIOTOMIA TRICOMPARTIMENTALE SOTTOCUTANEA (MINI-OPEN) NELLA SOFFERENZA NERVOSA DA OVER-USE DELL'AVAMBRACCIO

Gaetano Maurizio Grippi

Servizio di Chirurgia della Mano della SOC di Ortopedia e Traumatologia – Ospedale San Lazzaro di Alba (CN) – ASL CN2

Referente:

Gaetano Maurizio Grippi, Via dell'Acquedotto 7/1, 12051 Alba (CN) – cell: 3389357694

E-mail: gmgrippi@libero.it

THE SUBCUTANEOUS (MINI-OPEN) THREE-COMPARTIMENT FASCIOTOMY IN OVER-USE SUFFERING OF THE FOREARM NERVES

SINTESI

OBIETTIVI: in questo studio, l'autore espone la variante sottocutanea (mini-open) dell'intervento di Fasciotomia Tricompartimentale (FTS), da impiegare nella sindrome pan-compartimentale cronica dell'avambraccio, in particolare, nella Sindrome da Over-Use, risultato di sforzi muscolari ripetitivi. La filogenesi dell'arto superiore induce a ritenere patogenetico il fattore occupazionale, spesso cumulativo nelle normali attività: in agricoltura, in fabbrica, in casa, etc. Misconosciute sono le vibrazioni: p.e. nei motociclisti o nell'utilizzo di utensili vibranti (a percussione, rotazione, etc.).

Lo sforzo, la ripetitività, la postura anomala, le vibrazioni e lo scarso riposo possono causare entesiti, tendiniti, rotture teno-muscolari, artropatie, neuropatie, etc.; principalmente nell'aspetto clinico della Sindrome Compartimentale Cronica della loggia anteriore dell'avambraccio, che abbiamo individuata e studiata in un lavoro pubblicato nel 1997 [4].

MATERIALI E METODI: schematicamente, possono aversi varie tipologie:

- dolorabilità sul lacerto fibroso o sul flessore ulnare del carpo a volte con segni EMG di sofferenza dell'ulnare al gomito;
- dolorabilità sul flessore radiale del carpo o al 3° medio antibrachiale, spesso con sindrome del tunnel carpale;
- dolorabilità prossimale, con la nevralgia del pronatore rotondo o da crampo dello scrivano;
- in forma di epicondilo-epitrocleite, con disestesie di radiale/mediano o ulnare, nella sofferenza associata dei tre compartimenti antibrachiali.

Comunque, generalmente il dolore domina la clinica e spesso aumenta di notte con nevralgie del mediano/radiale e/o ulnare. L'Esame Obiettivo, spesso evidenzia un aspetto

dell'avambraccio, tipo "Braccio di Ferro". La terapia deve interrompere il circolo vizioso e consentire il recupero. Quindi, in primis, la sospensione delle attività offensive e la messa a riposo con tutori, FANS, antiossidanti, etc.

La terapia chirurgica è consigliata nei casi con sofferenza nervosa. In base alla clinica, potrà effettuarsi la sezione del lacerto fibroso, la fasciotomia mediana prossimale, la neurolisi del mediano al carpo, la fasciotomia cubitale con neurolisi dell'ulnare, la fasciotomia antero-laterale con neurolisi del radiale, etc. con lo scopo di implementare lo spazio compartimentale.

Tuttavia, mancando un intervento per la sofferenza associata di tutti i compartimenti, nel 2001 abbiamo progettato e introdotto la Fasciotomia Tricompartimentale (FT), pubblicata nel 2007 in uno studio di 46 casi, con ottimi risultati [1], con queste indicazioni: dolorabilità palpatoria *contemporaneamente presente* sugli epitrocleari e epicondiloidei, con EMG indicativo di sofferenza di mediano e/o ulnare. Il razionale della FT considera che la fascia antibrachiale copre a manicotto i tre compartimenti dell'avambraccio, inserendosi ai lati dell'ulna. Così è possibile la decompressione con un unico accesso retro-olecranicco, attraverso cui è sezionata la fascia antibrachiale ai lati dell'ulna. Poi, nel 2009 abbiamo trasformato la FT in sottocutanea, con 2 mini incisioni: una, di 3 cm, libera l'ulnare al canale cubitale; l'altra di 1,5 cm è centrata sulla cresta ulnare un paio di centimetri, appena distalmente l'olecrano. La decompressione si ottiene con la disinserzione mio-fasciale mediante un periostotomo fatto scivolare ai lati e sulla cresta ulnare, attraverso la breccia cutanea. Con ciò, migliorando significativamente la compliance del paziente e i tempi di recupero.

RISULTATI: dal 2009 al 2015, abbiamo trattato 74 casi e 96 interventi, con un follow-up di 3,6 anni. I pazienti sono stati valutati sui 5 parametri del BRSS, modificato [27], con oltre il 95% di buon esito.

CONCLUSIONI: nelle nevralgie dell'avambraccio spesso è possibile ricondurre all'Over-Use la causa scatenante; con molteplici manifestazioni, fra cui la sofferenza pan-compartimentale. Il riposo e la terapia conservativa sono il primo trattamento. Nei casi cronici, con EMG positivo per sofferenza nervosa, si rendono necessari gli interventi decompressivi. Fra questi, l'opzione della FT (mini-open) è risultata semplice, priva di controindicazioni e ampiamente risolutiva.

Parole chiave: sindrome compartimentale cronica, logge antibrachiali, fasciotomia, sindrome da over-use, compressione nervosa

SUMMARY

OBJECTIVE: in this study, the author explains the Subcutaneous variant of intervention of "Three-compartment Fasciotomy" (STF) to be used in chronic pan-compartmental syndrome of forearm, particularly in the Over-Use Syndrome, that can be the result of repetitive muscular strains. The man's upper limb morphogenesis in phylogeny, adapted to the handling and use of instruments in various work activities, leads to consider a primary causal role of occupational factor (Over-Use) in the development

of “overload disorders“. Overloading can also become cumulative in the course of normal business activities: in agriculture, in factories, in offices, at home, etc. A unrecognized overuse mode is vibration; for example, in professional riders or the users of vibrating tools (percussion, rotation, etc.). The excessive effort, the repetitiveness, the abnormal posture, the vibrations poor rest can express themselves with enthesitis, tendinitis, teno-muscular breakage, early arthritis, neuropathies and mainly with the suffering compartment of the forearm. Especially, in clinical appearance of Chronic Compartment Syndrome of the anterior compartment of forearm, which we identified, studied and published in 1997 [4].

METHODS: very schematically, they can occur the following types:

- tenderness on lacertus fibrosus or in the origin of the flexor carpi ulnaris sometimes with positive EMG ulnar nerve compression at the elbow;
- tenderness on the flexor radialis carpi or flexor tendons in medium forearm and often it occurs early the carpal tunnel syndrome;
- tenderness on the pronator teres, where the median neuralgia may take the form of the pronator teres syndrome or writer’s cramp;
- in the form of medial or lateral epicondylitis, variously associated with neuralgia of radial, ulnar or median neuralgia, in the associated suffering with all of the three compartments of the forearm. However, in the pan-compartmental suffering the pain dominates the clinic and often increases at night with neuralgia of the median, radial or ulnar. Physical examination often shows an aspect of the forearm hypertrophy, type “Popeye”.

Therapy should be considered in addition to the immediate improvement also prevention. Ie, to break the vicious circle, we must block the pathogenic process and allow recovery. This requires, as a first step, the suspension of all offensive activities with detection and correction of predisposing factors. The first approach is thus conservative with set-aside with guardians, prescription FANS, anti-edematous, vitamins, antioxidants; in some cases cortisone orally or infiltration and physiotherapy treatments. Surgical treatment is recommended in compartmental symptoms with nervous suffering. Thus, according to the clinic, may be carried out section of the fibrous tendon, proximal fasciotomy median, or neurolysis of the median to the carpal or cubital fasciotomy with ulnar neurolysis, or fasciotomy anterolateral with neurolysis of the radial, etc. This, in order to implement the microcirculation in compartmental space.

However by absence of a specific surgical treatment for the associated suffering of all the compartments, in 2001 we designed and introduced the Three-compartment Fasciotomy (TF), published in 2007, in a study of 46 cases treated, with excellent results [1]. The TF main indications are: tenderness on palpation simultaneously present epitrochlear and epicondylus and indicative EMG nerve suffering the median and/or ulnar. The TF rationale considers that the antebrachial fascia covering sleeve the three compartments of the forearm, the ulna inserting sides. With this anatomy you can not unpack all the compartments with a single sign retro-olecranon, which is cut through the antebrachial fascia on the ulnar margin, detaching the muscles at the sides.

Then, in 2009 we turned the TF in subcutaneous, with two mini incisions: one, of 3 cm, free the ulnar cubital tunnel; the other is centered 1,5 cm distal to the olecranon. Decompression is achieved with myo-fascial shutdown via a periostotomo slid to the sides and on the ulnar crest, through the skin incision. With this, significantly improving patient compliance and recovery time.

RESULTS: from 2009 to 2015, we treated 74 cases and 96 interventions, with a follow-up of 3,6 years. Patients were evaluated on five parameters BRSS, modified, with over 95% of good outcome.

CONCLUSIONS: in the forearm neuralgia often can be traced back over blind-use the underlying cause; with many manifestations, including the pan-compartmental suffering. Rest and conservative therapy is the first treatment. In chronic cases, with positive EMG for nervous suffering, decompression interventions are needed. Among these, the option of FT (mini-open) was simple, with no contraindications and widely decisive.

Keywords: chronic compartment syndrome, forearm compartments, fasciotomy, over-use syndrome, nerve entrapment

INTRODUZIONE

In questo studio è presentata la variante “mini-open” sottocutanea, dell’intervento di “Fasciotomia Tricompartimentale” (FT) [1]. A circa 10 anni dalla pubblicazione, essendo rimasti invariati i fattori epidemiologici, etiopatogenetici e le connotazioni cliniche delle situazioni patologiche che beneficiano dell’intervento, si rinvia alla bibliografia per quei dettagli più generali che ne hanno determinato il razionale [2,3, 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, 20,21,22,23,24,25,26].

MATERIALI E METODI

La FT mini-open consente la decompressione dei tre compartimenti antibrachiali, con un singolo accesso dorsale: l’intervento è indicato nella *sofferenza pan-compartimentale cronica dell’avambraccio con sintomi nervosi conclamati*; in particolare, quando questa condizionata da una sfavorevole situazione occupazionale e manife-

stata nel contesto di una Over-Use Syndrome (SOU).

Da rimarcare, che nell’arto superiore la SOU è una fra le conseguenze dell’evoluzione socio-tecnologica della nostra specie in cui l’arto superiore si è specializzato come “*utensile del corpo*” per “*manovrare*” il mondo circostante. Così, l’arto può ammalarsi quando sollecitato da prestazioni eccessive, non compensate da adeguati periodi di riposo e/o buona capacità trofometabolica dei tessuti. Infatti, la massima incidenza si ha nei lavoratori manuali, negli atleti, nei musicisti, etc. [8,9] rappresentando circa il 56% di tutte le c.d. malattie occupazionali.

La SOU riconosce fra i principali fattori *predisponenti e/o meiotragici* le alterazioni del metabolismo glucidico: diabete (e, in particolare la condizione di insulino-resistenza della c.d. *Sindrome Metabolica*), gli stati di anemia cronica (p.e. la condizione di portatore delle stigmati talassemiche),

alterazioni ormonali (distiroidismo, endometriosi, S. Cushing, etc), le disvitaminosi, le epatopatie, l'alcolismo, la tossicodipendenza, le reumatopatie croniche, l'insufficienza renale, l'ipertensione ed in genere tutte le malattie del ricambio, etc.

Invece fra le *cause efficienti*: 1 - *la tensione muscolare*; 2- *il movimento ripetitivo*; 3- *la postura antiergonomica*; 4- *lo scarso riposo*. Altri fattori, sono definiti *complementari* in quanto svolgono un ruolo secondario, ma aggravante. Tra essi: il microtrauma ripetitivo in corso di innumerevoli attività sportive (motocross, scherma, lancio, canottaggio, etc.). L'uso di guanti inadeguati, l'utilizzo di attrezzi che trasmettono vibrazioni al sistema spalla-braccio-mano (p.e., nei motociclisti professionisti) o da utensili che comportino la c.d. reazione di torsione (ossia il contraccolpo dovuto alla resi-

stenza dell'arto al termine dell'avvitatura), la compressione localizzata al palmo della mano, l'elevata precisione, l'esecuzione di movimenti a strappo, l'uso della mano come strumento battente, etc.

TECNICA CHIRURGICA - COMPARATIVA DELLA FASCIOTOMIA TRICOMPARTIMENTALE FT (OPEN) VERSUS (MINI-OPEN) - E POST-OPERATORIO

Il razionale generico della FT origina dal presupposto che la fascia antibrachiale - come un manicotto - avvolge i tre compartimenti dell'avambraccio, inserendosi ai lati dell'ulna. Con tale assetto anatomico è possibile la decompressione contemporanea di tutti i compartimenti mediante un singolo accesso dorsale che seziona la fascia antibrachiale e che distacca i muscoli ai lati dell'olecrano e cresta dell'ulna (Figura 1).

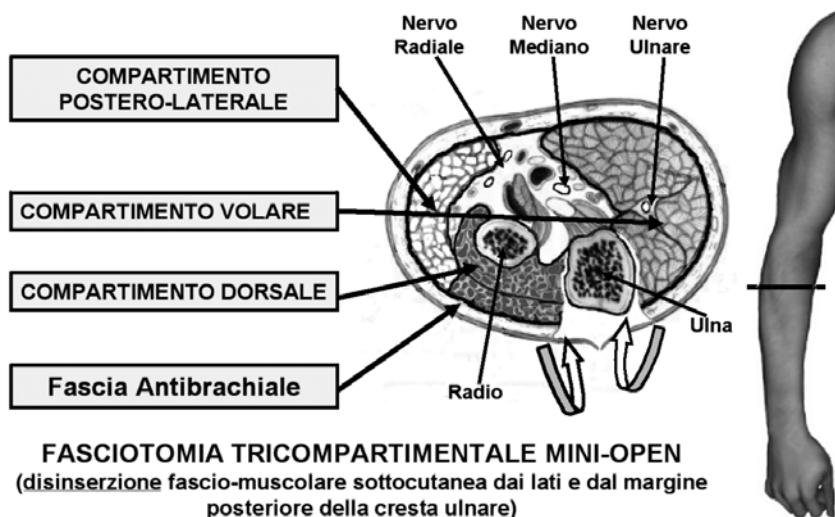


Figura 1. Il razionale della Fasciotomia Tricompartmentale considera che la fascia antibrachiale ricopre a manicotto i tre compartimenti dell'avambraccio, inserendosi ai lati dell'ulna. Con questo particolare assetto anatomico è possibile ottenere la decompressione di tutti i compartimenti in un unico tempo e con un solo accesso chirurgico dorsale attraverso cui viene sezionata la fascia antibrachiale lungo il margine dell'ulna, distaccando i muscoli ai lati dell'olecrano.

Come già descritto nel 2007 [1]: l'intervento "open" viene eseguito in anestesia plessica con il paziente supino. L'arto, mantenuto esangue con tournique, viene posizionato sull'addome. L'accesso ad S italica, inizia mediano dietro il gomito, percorre la doccia epitrocleo-olecranica e attraversa la base dell'olecrano curvando verso gli epicondiloidei poi rientra obliquo sul margine posteriore dell'ulna e termina, a 10-15 cm dall'olecrano, sugli epitrocleari. Coagulati i piccoli vasi, la cute è distaccata ai lati ed il piano osteo-fasciale evidenziato. Aperto il canale cubitale, il nervo ulnare viene isolato procedendo ad accurata neurolisi, fino all'arcata di Struthers.

L'intervento poi prosegue con l'incisione longitudinale della fascia antibrachiale lungo la cresta ulnare, fino all'osso. I muscoli ai lati dell'ulna e dell'olecrano vengono disinseriti con lo stacca-periostio, rispettivamente, sul versante mediale gli epitrocleari e sul versante laterale l'ancone e parte degli epicondiloidei. A questo punto, a causa della detensione fasciale, potrà osservarsi lo spontaneo divaricarsi e protrudere dei lembi muscolari dissecati (Figura 2).

Nella variante mini-open, viceversa, servono 2 piccole incisioni condotte su tratti segmentari della S italica (Figura 3): la prima di 3 cm, traverso il canale cubitale,

FASCIOTOMIA TRICOMPARTIMENTALE (accesso chirurgico open)

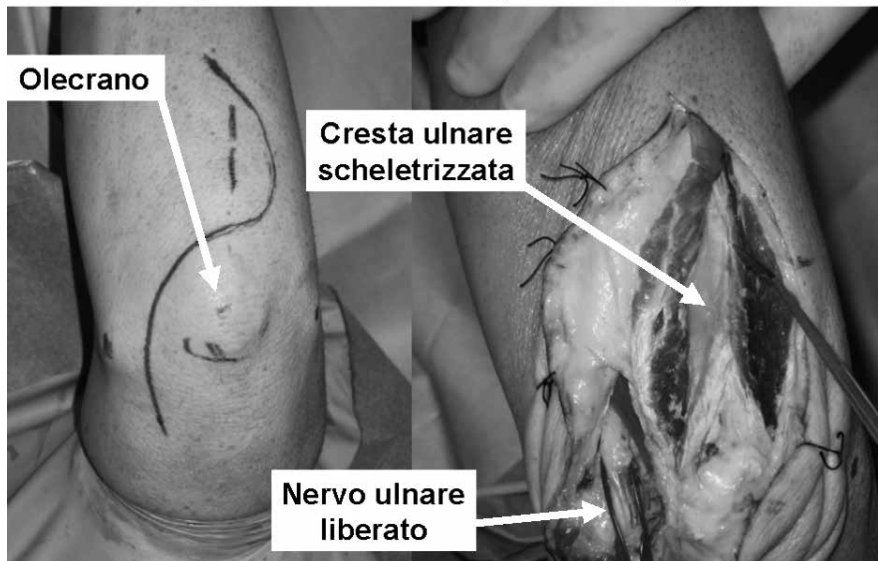


Figura 2. L'intervento "open" prevede un accesso ad S italica che inizia mediano dietro il gomito, percorre la doccia epitrocleo-olecranica e attraversa la base dell'olecrano curvando verso gli epicondiloidei poi rientra obliquo sul margine posteriore dell'ulna e termina, a 10-15 cm dall'olecrano, sugli epitrocleari. Effettuato l'isolamento e la neurolisi dell'ulnare, si prosegue con la sezione della fascia antibrachiale ai lati della cresta ulnare. I muscoli, rispettivamente sul versante mediale gli epitrocleari e sul versante laterale l'ancone e parte degli epicondiloidei, vengono disinseriti con lo stacca-periostio.

FASCIOTOMIA TRICOMPARTIMENTALE (Accesso chirurgico mini-open)



Figura 3. Nell'intervento mini-open, viceversa, servono 2 piccole incisioni condotte su tratti segmentari della S italiana: la prima di 3 cm, traverso il canale cubitale, consente la lisi dell'ulnare; la seconda di 1,5 cm è centrata sulla cresta ulnare, un paio di centimetri, appena distalmente l'olecrano. Giunti sull'osso, la punta del bisturi viene fatta scivolare ai lati della cresta ulnare in modo da creare una breccia semicircolare di accesso al di sotto dell'inserzione del piano fasciale. In questa è cautamente introdotto uno periostotomo (largo 0,8 – 1 cm) che viene fatto scorrere - ben adeso al profilo osseo, lungo la cresta e ai due lati dell'ulna - per non meno di 20 cm in direzione prossimo-distale.

consente allo stesso modo di liberare accuratamente l'ulnare; la seconda di 1,5 cm è centrata sulla cresta ulnare, un paio di centimetri, appena distalmente l'olecrano. Giunti sull'osso, la punta del bisturi viene fatta scivolare ai lati della cresta ulnare in modo da creare una breccia semicircolare di accesso al di sotto dell'inserzione del piano fasciale. In questa è cautamente introdotto uno periostotomo (largo 0,8 -1 cm) che viene fatto scorrere - ben adeso al profilo osseo, lungo la cresta e ai due lati dell'ulna - per non meno di 20 cm in direzione prossimo-distale (Figura 4). Con tale

disinserzione, tra la fascia e l'ulna prossimale, si realizza uno spazio ex-novo di ± 50 - 100 cc (facilmente misurabile, introducendo soluzione fisiologica con una siringa) che amplifica di tanto il volume disponibile alla contrazione dei muscoli e che di fatto ottiene la decompressione sottocutanea congiunta di tutti e tre i compartimenti dell'avambraccio.

Al termine, dopo posizionamento di drenaggi e 2-3 punti, viene confezionato un bendaggio molle e prescritta la cauta mobilizzazione. Rimossi i punti ai 15 giorni,



Figura 4. La decompressione contemporanea dei tre compartimenti antibrachiali è ottenuta con un periostotomo introdotto nell'incisione centrale e fatto scorrere sottocute per una ventina di centimetri, a distaccare la fascia e i muscoli dal dorso e dai lati dell'ulna.

si prosegue poi con abluzioni giornaliere in acqua tiepida salata, massaggio linfodrenante centripeto (dalle dita alla piega del gomito), mobilizzazione attiva e passiva e, contro resistenza. La progressiva ripresa delle attività domestiche avviene dopo la 3°- 4° settimana. La ripresa delle attività occupazionali e/o lavorative specifiche dopo il 2° mese.

CASISTICA E RISULTATI

Dal 2009 al 2015, abbiamo trattato 74 casi e 96 interventi, con un follow-up di 3,6 anni. I pazienti sono stati valutati sui 5 parametri del BRSS, modificato [27]. Con oltre il 95% di buon esito. In particolare, con l'introduzione della mini-open è stato più che dimezzato il tempo chirurgico (adesso l'intervento dura \pm 15 minuti), ottimizzata la gestione (la degenza è One Day Surgery) e compliance post-operatoria; in particolare, sono scomparse le rare ernie muscolare,

le aderenze e disestesie cicatriziali e velocizzati i tempi di recupero.

CONCLUSIONI

Nelle nevralgie dell'avambraccio spesso è possibile ricondurre all'over-use la causa scatenante; con molteplici manifestazioni, fra cui la sofferenza pan-compartimentale. Il riposo e la terapia conservativa sono il primo trattamento. Nei casi cronici, con EMG + per sofferenza nervosa sono necessari gli interventi decompressivi. Fra questi, l'opzione della FT (mini-open) è risultata semplice, priva di controindicazioni e ampiamente risolutiva.

BIBLIOGRAFIA

1. Grippi G.M.: La Fasciotomia Tricompartimentale nella sindrome da sovraccarico funzionale cronico dell'avambraccio. Riv. Chir. Mano – Vol 44 (1) 2007.
2. Kutty JE., Singer R., Lindsay M.: Chronic exertional compartment syndrome of the

- forearm: a case report. *J. Hand Surg. Am.* 1985;10:302-4.
3. Pedowitz RA., Toutonughi FM.: Chronic exertional compartment syndrome of the forearm flexor muscles. *J. Hand Surg. Am.* 1988;13:694-6.
 4. Grippi G.M., Peretti G., Dettoni A.: Sindrome compartimentale cronica della loggia anteriore dell'avambraccio. *Riv. Chir. Riab. Mano Arto Sup.*, 34(2), 1997, 243-252.
 5. Fry, H.J.H. 1988. Overuse syndrome and its differential diagnosis. *Journal of Occupational Medicine* 30(12):966-967.
 6. Colombuni B., Crieco A., Occhipinti E.: Le attenzioni muscoloscheletriche occupazionali da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori – *Med lav* 1996:87,8 (volume monografico).
 7. Vern Putz – Anderson: Cumulative trauma disorders: A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. Taylor & Francis. London-New York-Philadelphia 1988.
 8. Fry, H.J.H. 1986. Overuse syndrome in musicians: Prevention and management. *The Lancet*, September, pp. 728-731.
 9. Ryan, A.G. 1989. The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers. *Ergonomics* 32(4):359-371.
 10. Paton D.F.: Pathogenesis of anterior tibial syndrome. *J. B. Joint Surg.* 1968; 50B:383.
 11. Arturson G., Kjellmer I.: Capillary permeability in skeletal muscle during rest and activity. *Acta Physiol. Scand.* 1964;62:41.
 12. Detmer D.E., Sharpe K., Sufit R.E., Girdley F.M.: Chronic compartment syndrome: diagnosis, management, and outcomes. *Am. J. Sports Med.* 1985;13:162-169.
 13. Feldman, R.G., R. Goldman, W.M. Keyserling. 1983. Peripheral nerve entrapment syndromes and ergonomic factors. *American Journal of Industrial Medicine* 4:661-681.
 14. Allen M., J., Barnes M.R.: Chronic compartment syndrome of the flexor muscles in the forearm: a case report. *J. Hand Surg: Br.* 1989;14: 47-8.
 15. Brunelli GA: Lesioni nervose dell'arto superiore. Ed. Intern. EDIMES EMS 2004 Pavia
 16. Poli G., Albano E. and M.U. Dianzani (eds): *Free Radicals: From basic Scienze to Medicine.* 1993 Birkhauser Verlag Basel/Switzerland.
 17. Lester Packer, Eric H. Witt, and Hans Jürgen Tritschler: Alpha-lipoic acid as a biological antioxidant – In: *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 19, n° 2 pp 227-250. 1995 – Elsevier Science.
 18. Witheside T.E., Thomas C.H., Morimoto K., Hirada H.: Tissue pressure measurement as a determinant for need of fasciotomy. *Clin. Orthop.* 1975;113:43-51.
 19. Rempel, D.M., R.J. Harrison, S. Barnhart. 1992. Work-related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *J. of the American Medical Association* 267(6):838-842.
 20. Corrado EM, Passaretti U, De Durante C, Pagano R.: Le epicondilalgie *Riv. Chir. Riab. Mano Arto Sup.* 35 (1), 1998,73-76.
 21. Castelli PG, Ferrari C., Bollani E., Ghiggio P., Nobile G.: Epicondiloalgia: entesite inserzionale miotendinea o neuropatia del nervo radiale al gomito? *Riv. Chir. Riab. Mano Arto Sup.* 35 (3), 1998, 203-205.
 22. Marchetti N., Bachechi P., Barbieri E., Guido G.: Sindromi nervose canalicolari degli arti ad etiologia non traumatica – Liliana editrice – 1978 Padova.
 23. Spinner RJ, Spinner M.: Sindromi canalicolari dei nervi periferici in “ Morrey F. - Le Patologie del Gomito, diagnosi e trattamento” Verduci Editore 2002 – Roma
 24. Celli L.: Il gomito. Aulo Gaggi, Bologna, 1990
 25. Rayan, G.M. 1992. Proximal ulnar nerve compression. *Hand Clinics* 8(2):325-336.
 26. Rando G., Grippi G.M., Franzè F., De Roberto S., Chiacchio C.: La fasciotomia tricompartimentale nella patologia da overuse dell'arto superiore. *Eur Med Phys* 2005;41b (Suppl. 1 to No 4):719-20
 27. Nouhan R, Kleinert JM. Ulnar nerve decompression by transposing the nerve and Z-lengthening the flexor-pronator mass: clinical outcome. *J Hand Surg* 1997;22A:127-31.

THE USE OF COLLAGENASE *CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM* IN THE DUPUYTREN'S CONTRACTURE: THE ITALIAN COMPASSIONATE-USE PROGRAM-EXPANDED ACCESS

Giorgio Pajardi^a, Roberto Adani^a, Franco Bassetto^c, Fabio Brunato^d, Luciano Cara^e, Antonio Castagnaro^g, Massimo Ceruso^h, Mario Cherubinoⁱ, Alberto De Mas^j, Vincenzo Denaro^l, Piero Di Giuseppe^m, Nicola Felici^r, Alberto Lazzariniⁿ, Francesco Moschella^o, Michele Pascone^b, Umberto Passaretti^a, Nicolò Scuderi^r, Giuseppe Taccardo^k

^a UOC Chirurgia della Mano Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata, Verona

^b Scuola di Specializzazione in Chirurgia Plastica, Ricostruttiva ed Estetica – Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” – UOC Chirurgia Plastica Universitaria e Centro Ustioni, Bari

^c Scuola di Specializzazione Chirurgia Plastica, Ricostruttiva ed Estetica – Università degli studi di Padova – Clinica di Chirurgia Plastica Azienda Ospedaliera, Padova

^d Chirurgia della Mano di Camposampiero, Padova

^e S.C. di Ortopedia e Microchirurgia Ricostruttiva – P.O. Marino, Cagliari

^f UOC Chirurgia Plastica e Chirurgia della Mano A.O.R.N., Ospedale “San Camillo – Forlanini”, Roma

^g U.O.C. Chirurgia della Mano Ospedale Provinciale “Belcolle”, Viterbo

^h U.O.C. Chirurgia della Mano – CTO, Firenze

ⁱ Università degli Studi di Varese – Ospedale del Circolo, Varese

^j S.C. Chirurgia della Mano e Microchirurgia Azienda Ospedaliera Santa Maria degli Angeli, Pordenone

^k Divisione di Ortopedia e Chirurgia della Mano, Policlinico A. Gemelli – Complesso Integrato Columbus - U.C.S.C., Roma

^l Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia – Università Campus Bio-Medico, Roma

^m U.O. di Chirurgia Plastica e della Mano Ospedale di Magenta – A.O. Ospedale Civile di Legnano, Legnano (Milano)

ⁿ Hand Surgery Unit, Humanitas Clinical and Research Center, Rozzano (Milano)

^o Chirurgia Plastica e Ricostruttiva – Università degli Studi di Palermo – Dipartimento di Discipline Chirurgiche e Oncologiche, Palermo

^p Università degli Studi di Milano – U.O.C. di Chirurgia della Mano Ospedale San Giuseppe, IRCCS MultiMedica, Milano

^q UOC Chirurgia della Mano e Nervi Periferici – C.E.R. Campania – Ospedale dei Pellegrini ASLNAI, Napoli

^r Scuola di Specializzazione Chirurgia Plastica – Università di Roma – Policlinico “Umberto I”, Roma

Referente:

Giorgio Pajardi – Via San Vittore, 12 – 20123 Milano – Tel.: 0224209683 – E-mail: giorgio.pajardi@unimi.it

LA COLLAGENASI DI *CLOSTRIDIUM HISTOLYTICUM* NEL TRATTAMENTO DELLA CONTRATTURA DI DUPUYTREN: STUDIO ITALIANO

SUMMARY

Soon after the European Medicines Agency approved a purified collagenase *Clostridium histolyticum* treatment (Xiapex®) for Dupuytren's contracture, a compassionate-use program in Italy allowed expanded access for patients otherwise excluded from any treatment. The study enrolled 264 patients (mean age 65,2 years) who were followed up at 1 and 3 months after the final injection. At the 1-month visit, the clinical success rate (reduction in contracture to 0-5 degrees of normal) was 81,7% (223/273) of all joints: 86,8% of those with mild contracture (151/159), 74,6% of those with severe contracture (109/114); 83,9% (183/218) of metacarpophalangeal (MP) joints, and 72,7% (40/55) of proximal interphalangeal (PIP) joints. This was sustained at the 3-month visit: all joints 80,1% (218/272): 86,1% of those with mild contracture (136/158), 71,9% of those with severe contracture (82/114); MP joints 81,2% (177/218), and PIP joints 75,9% (41/54). Clinical improvement ($\geq 50\%$ reduction from baseline in degree of contracture) at both the follow-up visits was $\geq 95\%$ for all joints, regardless of baseline contracture severity. No major treatment-related adverse events (AEs) were observed. This uncontrolled study showed better results for collagenase *C. histolyticum* when used in routine clinical practice in an unselected population compared with randomized trials. The high percentages of clinical success obtained with collagenase *C. histolyticum* on severe contractures are also greater than the ones obtained in randomized trials. This innovative in-office pharmacological option is gaining increasing credibility as the first choice for non-surgical treatment of Dupuytren's contracture [1].

Keywords: collagenase, clostridium histolyticum, Dupuytren, contracture

SINTESI

Subito dopo l'approvazione della collagenasi di *Clostridium Histolyticum* per il trattamento del Morbo di Dupuytren da parte dell'EMA (European Medicines Agency), un programma italiano per l'uso compassionevole del farmaco ha permesso di estendere il trattamento ai pazienti altrimenti esclusi dalla somministrazione di collagenasi.

Sono stati arruolati 264 pazienti (età media 65,2) con un follow-up a 1 e 3 mesi dopo l'iniezione. Ad un mese, il successo (riduzione della contrattura a 0-5 gradi rispetto all'estensione completa) è stato raggiunto in 81,7% (223/273) di tutte le articolazioni trattate: 86,8% di quelle con contrattura moderata (151/159), 74,6 % di quelle con contrattura severa (109/114); 83,9% (183/218) erano articolazioni metacarpofalangee (MP) e 72,7% (40/55) articolazioni interfalangee prossimali (PIP). A tre mesi dal trattamento il successo è stato raggiunto nel 80,1% (218/272): 86,1% con contrattura moderata (136/158), 71,9 % con contrattura grave (82/114); 81,2% di MP (177/218) e 75,9% di PIP (41/54).

Il miglioramento clinico, inteso come una riduzione pari o maggiore al 50% della iniziale contrattura, è stato ad entrambi i controlli (1 e 3 mesi) maggiore al 95% in

tutte le articolazioni indipendentemente dalla gravità della contrattura iniziale. Non si è osservato nessun evento avverso maggiore. Questa analisi dei dati ha mostrato risultati migliori quando la collagenasi viene somministrata nella pratica clinica rispetto ai trials senza selezione dei pazienti sulla base della gravità clinica. La percentuale di successo clinico è stata maggiore nei casi gravi che in quelli moderati descritti nei trials. Alla luce dei risultati esposti la collagenasi si sta affermando come primo ed efficace trattamento per la contrattura di Dupuytren.

Parole chiave: collagenasi, clostridium histolyticum, Dupuytren, contrattura

INTRODUCTION

Dupuytren's disease or contracture is an evolving fibromatosis of the palmar aponeuroses with scattered distribution in the palm and fingers, which leads to the development of nodules and cords and results in flexion contractures of the metacarpophalangeal (MP) and proximal interphalangeal (PIP) joints that are associated with marked functional impairment and disability [2]. The disease most frequently affects patients who are 40 to 60 years old. The incidence increases with age, and is estimated as 3-6% in the general population, with peaks of up to 42% in those with a family history of the disease [3].

Over the past 30 years, much progress has been made regarding the molecular mechanisms and pathophysiology underlying the transformation of the palmar aponeurosis into a fibrotic cord [4]. This new knowledge has allowed the development of new treatment protocol for the disease [1], such as a new, minimally invasive, targeted treatment with bacterial collagenase [5-8]. Historically, collagenases have been used to debride chronic ulcers and burns and in the treatment of Peyronie's disease.

As a new molecular entity, CCH comprises a fixed-ratio mixture of two purified collagenolytic enzymes, clostridial type I collagenase (AUX-I) and clostridial type II

collagenase (AUX-II) (Xiapex®), isolated and purified from the bacterium *Clostridium Histolyticum*. The two classes of collagenases have similar but complementary substrate specificity. Both collagenases effectively cleave interstitial collagen but at different sites on the molecule; additionally, they prefer different conformations (triple helical versus denatured or cleaved). These differences account for the ability of the two classes of enzymes to digest collagen in a complementary manner [1].

Xiapex® is the first and only pharmacological treatment approved for the indication of Dupuytren's contracture; it was approved in 2010 in the USA [Food and Drug Administration (FDA), February 2], in 2011 in Europe [European Medicines Agency (EMA), February 28] and it's available in Italy since 2013 (GU n. 49, 27-2-2013).

Before the drug approval, in December 2010, a perspective, multicenter study (POINT X) began in Europe. This study enrolled 254 patients of both genders, aged 18-70 years, who were affected by digital Dupuytren's contracture of at least 20 degrees caused by the presence of a palpable cord in at least one finger other than the thumb and demonstrated by a positive 'tablet test'. The primary endpoint was treatment efficacy measured by improvement in range of motion (ROM) of affected fingers,

and the degree of satisfaction reported by the patients and treating physicians [9]. The good results achieved in that study and the lack of wide availability of collagenase *C. histolyticum* in Europe encouraged a decision in Italy to offer this type of treatment to patients who were ineligible for surgery because of their comorbidities and, otherwise, would have encountered irreversible functional worsening of their condition. In July 2011 the Ministry of Health and the ethics committees of 18 hospitals with hand surgery units approved a national study on the compassionate use of Xiapex® for Dupuytren's contracture.

MATERIALS AND METHODS

To be eligible for this open-label study, patients had to be in good health, aged ≥ 18 years, and with Dupuytren's contracture caused by a palpable cord in at least one finger other than the thumb. All patients provided written informed consent prior to participation in the study.

Each patient was given a 2-day in-office treatment with Xiapex®. Each cycle of treatment consisted of one 0.58 mg injection of collagenase *C. histolyticum* reconstituted in 0.25 ml sterile diluent (for MP joints) or 0.20 ml sterile diluent (for PIP joints) that was administered directly into the affected cords. A maximum of three injections in the same cord were allowed. Patients then returned for a second in-office visit to undergo a manual finger-extension procedure to attempt to disrupt the cord under local anesthesia. This usually occurred 24 hours after then injection, but some surgeons preferred to delay this procedure until 48 hours after the injection in case of edema of the hand or to improve the patient's tolerability of the procedure. This finger-extension procedure could be repeated up to three times if

needed. After the procedure, patients were given a static splint to be worn for 15 days, which was followed by a dynamic splint. Patients underwent weekly physical therapy for the first month after treatment. It was expected that each patient would be followed-up for 6 months and would attend a maximum of six in-office visits (screening, injection, cord disruption, and follow-up at 1, 3, and 6 months). The treating surgeons were allowed to adjust the visit schedules according to their personal experience and of individual patient's needs.

The primary endpoint was the proportion of patients achieving contracture reduction in the treated joint (MP or PIP) to 0-5 degrees of complete extension at 1 month after the final injection (after up to three injections). Secondary endpoints were clinical improvement [defined as $\geq 50\%$ reduction from baseline in degree of contracture (fixed-flexion deformity) after treatment], the mean percentage change in degree of contracture [passive extension deficit (PED) reduction] evaluated 1 and 3 months after the final injection, and the proportion of patients maintaining the primary endpoint criteria [reduction in contracture of the treated joint (MP or PIP) to 0-5 degrees of normal] 3 months after the final injection. Recurrence of contracture (defined as an increase in joint contracture to ≥ 20 degrees at 3 months after the final injection) was evaluated in all joints that reached the primary endpoint. Fixed-flexion angles were measured with the use of finger goniometry after the fingers had been passively extended until a firm outcome/result was reached. Full flexion was measured with maximum contraction of the treated fingers. Angles of flexion were measured before treatment and at any follow-up visit deemed appropriate by the treating physician.

STATISTICAL ANALYSIS

Because of the study characteristics, no formal sample size calculation was made. All consecutive subjects treated in the participating centers were included in the study. No formal hypothesis testing was performed, and no statistical tests were used. Continuous data are reported as means with ranges unless otherwise specified. The endpoints were evaluated according to joint type (MP and PIP) and joint contracture severity (mild: MP ≤ 50 degrees, PIP ≤ 40 degrees; severe: MP > 50 degrees, PIP > 40 degrees). Safety assessments only included treatment-related adverse events (AEs) that were spontaneously reported by the patients and/or assessed by the physician at any routine follow-up visit. The routine follow-up visit closest to the corresponding time points (1- and 3-month evaluations) were considered to be the assessment times. All analyses were performed using SAS software (version 9.2; SAS Inc., Cary, NC, USA).

RESULTS

Between July 11, 2011 and November 30, 2012, a total of 264 patients were enrolled in 18 centers of hand surgery and were treated with collagenase *C. histolyticum* according to the compassionate-use program in Italy. The mean age of the patients was 65,2 years (range 34-97). There was a male preponderance (88,6% male and 11,4% female), and 9,1% of patients had a family history of Dupuytren's contracture. The right hand was more likely to be affected by the disease, and the first interdigital web space was treated in only two cases (0,7%). Patient baseline characteristics are summarized in Table 1.

Efficacy results according to the primary endpoint assessed 1 month after the final injection of collagenase *C. histolyticum* were

based on 273 joints. The overall clinical success was 81,7%, regardless of contracture severity. Contractures were reduced to 0-5 degrees of full extension in 86,8% of mildly affected joints and in 74,6% of joints with severe contracture (Table 2). The treatment resulted in a clinical success rate of 83,9% in MP joints: specifically, it resulted 87,9% for mildly MP affected joints and 75,4% for severe MP joints. The global PIP joints success rate was 72,7%: 70,0% for mild PIP joints and 73,3% for severe PIP joints.

The secondary endpoint, assessed 30 days after the final injection, revealed clinical improvement of $\geq 95\%$ in all affected joints, as well as in joints with mild and severe forms of Dupuytren's contracture (Table 2). When analyzed according to joint type, clinical improvement was comparable between MP (95,9%) and PIP (92,7%) joints, and no difference was observed in joints with different contracture severities.

The proportion of joints meeting the clinical success criteria 3 months after the final injection (i.e., all joints regardless of contracture severity or joint type) did not differ from the results observed at the 1-month visit, demonstrating that the clinical efficacy of this treatment remained essentially unchanged at a mid-term assessment. The other secondary endpoint at 3 months after the final collagenase injection showed slight further clinical improvement both in the total number of joints (95,6%) and according to joint type (MP 95,9%, PIP 94,4%), suggesting the stability of the clinical results achieved at 1 month regardless of contracture severity (Table 2).

All treatment-related AEs observed during this study were classified as minor, i.e., they were devoid of severe and/or systemic consequences and were characterized by spontaneous resolution within a short time

Table 1. Baseline characteristics of patients ($n=264$) treated in the compassionate program.

Characteristic	
Age, mean (range)	65,2 (3-97)
<45 years, n (%)	7 (2,7)
45–54 years, n (%)	23 (8,7)
55–64 years, n (%)	85 (32,2)
65–74 years, n (%)	109 (41,3)
≥ 75 years, n (%)	40 (15,2)
Gender, M/F, n (%)	234 (88,6) / 30 (11,4)
Risk factors ($n=73$)	
Diabetes, n (%)	49 (18,6)
Family history, n (%)	24 (9,1)
Hands ($n=270$)	
Right, n (%)	160 (59,3)
Left, n (%)	110 (40,7)
Fingers ($n=274$)	
First web space, n (%)	2 (0,7)
I, n (%)	4 (1,5)
II, n (%)	3 (1,1)
III, n (%)	28 (10,2)
IV, n (%)	131 (47,8)
V, n (%)	106 (38,7)
Joints ($n=277$)	
First web space, n (%)	2 (0,7)
MP, n (%)	220 (79,4)
PIP, n (%)	55 (19,9)
MP, metacarpophalangeal; PIP, proximal interphalangeal.	

(2 weeks). There were 153 patients (58%) who experienced more than one treatment-related AE. The most clinically important

AEs were skin laceration after the finger-extension procedure to attempt cord disruption, lymph node reactions that in some

Table 2. Primary and secondary outcome measures: clinical success, clinical improvement, and change in contracture from baseline, by joint and severity (30 days and 3 months after last injection).

Outcome	Severity		
	Mild	Severe	Total
Primary endpoint, 30 days after last injection*			
All joints, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	138/159 (86,8)	85/114 (74,6)	223/273 (81,7)
MP joints, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	131/149 (87,9)	52/69 (75,4)	183/218 (83,9)
PIP joints, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	7/10 (70,0)	33/45 (73,3)	40/55 (72,7)
Secondary endpoints, 30 days after last injection*			
All joints			
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	151/159 (95,0)	109/114 (95,6)	260/273 (95,2)
Mean change in contracture from baseline (%)	93,4 (0-100)	90,7 (0-100)	92,3 (0-100)
MP joints			
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	142/149 (95,3)	67/69 (97,1)	209/218 (95,9)
Mean change in contracture from baseline (%)	93,8 (0-100)	91,3 (0-100)	93,0 (0-100)
PIP joints			
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	9/10 (90,0)	42/45 (93,3)	51/55 (92,7)
Mean change in contracture from baseline (%)	87,2 (25-100)	89,8 (0-100)	89,3 (0-100)
Secondary endpoints, 3 months after last injection**			
All joints			
Clinical success, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	136/158 (86,1)	82/114 (71,9)	218/272 (80,1)
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	150/158 (94,9)	110/114 (96,5)	260/272 (95,6)
Mean change in contracture from baseline (%)	93,2 (0-100)	90,1 (0-100)	91,9 (0-100)
MP joints			
Clinical success, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	128/148 (86,5)	49/70 (70,0)	177/218 (81,2)
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	141/148 (95,3)	68/70 (97,1)	209/218 (95,9)
Mean change in contracture from baseline (%)	93,7 (0-100)	90,3 (0-100)	92,6 (0-100)
PIP joints			
Clinical success, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	8/10 (80,0)	33/44 (75,0)	41/54 (75,9)
Clinical improvement, <i>n</i> /total <i>n</i> (%)	9/10 (90,0)	42/44 (95,6)	51/54 (94,4)
Mean change in contracture from baseline (%)	86,6 (0-100)	89,7 (0-100)	89,1 (0-100)
MP, metacarpophalangeal; PIP, proximal interphalangeal. *In the assessments at 30 days after last injection (primary and secondary endpoints), two MP joints were not assessed, and two other joints (first web space) were analyzed separately. **In the assessments at 3 months after last injection (primary and secondary endpoints), three joints (two MP and one PIP) were not assessed, and two other joints (first web space) were analyzed separately.			

case extended from the palm to the axilla, palmar ecchymosis due to collagenase activity at the site of injection, and peripheral edema and pain at the injection site that was mainly due to a local inflammatory reaction triggered by the drug (Table 3). No major treatment-related AEs occurred.

DISCUSSION

Use of this innovative, office-based, non-surgical treatment with collagenase *C. histolyticum* (Xiapex®) delivered through an expanded access national program promoted by the Italian Ministry of Health and with the cooperation of 18 hand surgery units, allowed us to treat a large population affected by Dupuytren's contracture. This decision overcame difficulties in patient access to therapy, a situation that often occurs due to the time interval between EMA drug approval and administrative procedures to

be complied with before marketing in Italy. The results of this uncontrolled study, which enrolled a large unselected population, showed a high rate of efficacy for collagenase in routine clinical practice and demonstrated that the drug has therapeutic features that could lead to it being the first-line pharmacological treatment for Dupuytren's contracture. We observed clinical success in up to 81,7% of joints 30 days after the final injection. The multicenter, double-blind, placebo-controlled CORD I study, the largest ever conducted in the field of Dupuytren's contracture, reported an efficacy of 64,0% when assessed at the same time point [7], while the primary efficacy result of the smaller CORD II study at 30 days after the final injection was 44.4% [8]. Although it is not possible to make a direct comparison of the degree of contracture severity at baseline between the current study

Table 3. Treatment-related AEs observed in $\geq 1\%$ of patients ($n=260$).

Treatment-related AEs	n (%)
Ecchymosis	51 (19,3)
Edema peripheral	41 (15,5)
Skin laceration	41 (15,5)
Pain at injection site	27 (10,2)
Lymph node reaction	26 (9,8)
Swelling	26 (9,8)
Hematoma	23 (8,7)
Pruritus	10 (3,8)
Hemorrhage	9 (3,4)
Lymphadenopathy	3 (1,1)
Vesicles	3 (1,1)
Total	260 (98,2)

and the CORD I and CORD II studies, the particular social context that determined the reasons for conducting the current study indicates that our patients had more serious clinical presentations of Dupuytren's contracture. This study showed a high percentage of both clinical success and clinical improvement on severe contractures in clinical practice, which is maintained at the three month visit. Severe PIP joints responded similarly with high percentages of success for the primary and secondary study endpoints at both 1 and 3 month visits; these results are of note considering that severe contractures in PIP joints are historically associated with a less favorable prognosis [16].

The overall clinical improvement at 30 days after the final injection in this compassionate study was similar, and in some cases higher (95,2%) than improvement assessed at the same time points by the secondary endpoints in the CORD I (84,7%) and CORD II (77,8%) studies. We observed no difference at this visit in the mean change in contracture compared with baseline regardless of joint type (MP or PIP) or contracture severity (mild/severe) (Table 2), but our results were better than those from the two controlled trials [7,8]. Compassionate use of the collagenase *C. histolyticum* showed that its efficacy appeared to be unaffected by baseline patient condition, cord contracture severity, or the injection technique used by the surgeon. The efficacy of the drug depended primarily on its correct use, storage conditions, and mode of preparation. The training of medical staff in management and administration of the drug and optimal patient management were more important factors for determining drug efficacy.

Our study had the advantage of a scheduled follow-up visit 3 months after the final

injection, so the efficacy of the drug was monitored for a longer period than in the previous randomized trials [7,8]. At the 3-month visit, the reduction in contracture to 0-5 degrees of normal for all joints was still high (80,1%) compared with the results observed at the 1-month visit. Moreover, the clinical improvement assessed 1 and 3 months (95,2% and 95,6%, respectively) after the final injection measured more accurately and objectively the benefits achieved in contracture reduction with the use of collagenase in patients who had not reached the primary endpoint. These results draw our attention to the compelling improvement in cord contracture after the administration of collagenase *C. histolyticum* regardless of the initial degree of flexion impairment. The improvements contributed to a high rate of subjective patient satisfaction, even in those who did not achieve reduction of contracture of 0-5 degrees. In addition, the surgeons were able to treat all the enrolled patients affected by Dupuytren's contracture with the collagenase *C. histolyticum*, regardless of the initial degree of contracture (Tubiana stages I-IV). The high positive effect of collagenase on disease management was further strengthened by the excellent safety profile. Although the literature describes some serious AEs occurring after collagenase injection [11,12], only minor, self-limiting AEs of short duration were observed in this expanded access program. No patient in this compassionate study required discontinuation of the scheduled treatment for safety reasons. A more recent study, titled "Collagenase Option for Reduction of Dupuytren Long-Term Evaluation of Safety Study (CORDLESS)" was a 5-year non-interventional follow-up study

to determine long-term efficacy and safety of collagenase *Clostridium histolyticum* (CCH) treatment for Dupuytren contracture, confirmed that Xiapex® is a safe treatment for Dupuytren contracture: most AEs were mild to moderate and among 1,081 treated joints, one mild adverse event was attributed to CCH treatment (skin atrophy [decreased ring finger circumference from thinning of Dupuytren tissue]) [17].

The collagenase *C. histolyticum* (Xiapex®) has repeatedly proven to be an effective choice for the treatment of Dupuytren's contracture in clinical trials [13-16]. We report the first Italian experience of expanded access clinical program about the efficacy and safety of this minimally invasive, non-surgical choice for the treatment of adults with Dupuytren's contracture. Our results showed high efficacy after the final injection (30 days) and over time (3 months) when used in routine clinical practice, confirming that this office-based procedure effectively reduced contractures, improved range of motion (ROM), and provided an alternative to surgery in a wide range of patients. Importantly, it helped those patients who would otherwise have inevitably developed irreversible functional worsening of their conditions because they were ineligible for surgery. In the meanwhile recent publications have confirmed the efficacy and safety of the product, reporting similar findings from clinical trials [13,18]. Efficacy and safety data of collagenase *C. histolyticum* are also confirmed in the long term; in fact, literature reports that five years after successful CCH treatment, the overall recurrence rate of 47% was comparable with published recurrence rates after surgical treatments, with only one reported long-term treatment-related adverse event.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to Franco Alberton^a, Alberto Arsenio^b, Salvatore Burrari^c, Caterina Cannatà^f, Rocco De Vitis^k, Nicola Papapietro^l, Chiara Parolo^p, Silvia Petrillo^l, Veronica Ponti^p, Cesare Tiengo^c, Massimiliano Tripoli^o. For affiliations, see page n. 42.

REFERENCES

1. Badalamente MA, Hurst LC. Enzyme injection as nonsurgical treatment of Dupuytren's disease. *J Hand Surg Am.* 2000 Jul;25(4):629-36.
2. Mikkelsen OA. Dupuytren's disease - a study of the pattern of distribution and stage of contracture in the hand. *Hand.* 1976 Oct;8(3):265-71.
3. Gudmundsson KG, Arngrimsson R, Jónsson T. Eighteen years follow-up study of the clinical manifestations and progression of Dupuytren's disease. *Scand J Rheumatol.* 2001;30(1):31-4.
4. Picardo NE, Khan WS. Advances in the understanding of the aetiology of Dupuytren's disease. *Surgeon.* 2012 Jun;10(3):151-8.
5. Badalamente MA, Hurst LC, Hentz VR. Collagen as a clinical target: nonoperative treatment of Dupuytren's disease. *J Hand Surg Am.* 2002 Sep;27(5):788-98.
6. 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.
7. Hurst LC, Badalamente MA, Hentz VR, Hotchkiss RN, Kaplan FT, Meals RA, et al. Injectable collagenase clostridium histolyticum for Dupuytren's contracture. *N Engl J Med.* 2009 Sep 3;361(10):968-79.
8. Gilpin D, Coleman S, Hall S, Houston A, Karrasch J, Jones N. Injectable collagenase *Clostridium histolyticum*: a new nonsurgical treatment for Dupuytren's disease. *J Hand Surg Am.* 2010 Dec;35(12):2027-38.
9. Witthaut J, Bushmakina AG, Gerber RA,

- Cappelleri JC, Le Graverand-Gastineau MP. Determining clinically important changes in range of motion in patients with Dupuytren's Contracture: secondary analysis of the randomized, double-blind, placebo-controlled CORD I study. *Clin Drug Investig.* 2011 Nov 1;31(11):791-8.
10. Bainbridge C, Gerber RA, Szczypa PP, Smith T, Kushner H, Cohen B, et al. Efficacy of collagenase in patients who did and did not have previous hand surgery for Dupuytren's contracture. *J Plast Surg Hand Surg.* 2012 Sep;46(3-4):177-83.
 11. Hallock GG. Skin laceration as a serious adverse sequela of injectable collagenase for Dupuytren contracture. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Jan;129(1):205e-6e.
 12. Knobloch K, Vogt PM. Beware of the small finger and/or the proximal interphalangeal joint? Skin lacerations following collagenase injection in Dupuytren contracture. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Jul;130(1):202e-5e.
 13. Peimer CA, McGoldrick CA, Fiore GJ. Nonsurgical treatment of Dupuytren's contracture: 1-year US post-marketing safety data for collagenase clostridium histolyticum. *Hand.* 2012 Jun;7(2):143-6.
 14. Peimer CA, Blazar P, Coleman S, Kaplan FT, Smith T, Tursi JP, et al. Dupuytren contracture recurrence following treatment with collagenase clostridium histolyticum (CORDLESS Study): 3-year data. *J Hand Surg Am.* 2013 Jan;38(1):12-22.
 15. Knobloch K, Kraemer R, Papst S, Sorg H, Vogt PM. German version of the brief Michigan Hand Outcomes Questionnaire: implications for early quality of life following collagenase injection in dupuytren contracture. *Plast Reconstr Surg.* 2012 May;129(5):886e-7e.
 16. Witthaut J, Jones G, Skrepnik N, Kushner H, Houston A, Lindau TR. Efficacy and safety of collagenase clostridium histolyticum injection for Dupuytren contracture: short-term results from 2 open-label studies. *J Hand Surg Am.* 2013 Jan;38(1):2-11.
 17. Peimer CA, Blazar P, Coleman S, Kaplan FT, Smith T, Lindau T. Dupuytren contracture recurrence following treatment with collagenase clostridium histolyticum (CORDLESS [collagenase option for reduction of Dupuytren long-term evaluation of safety study]): 5-year data. *J Hand Surg Am.* 2015 Aug;40(8):1597-1605.
 18. Warwick D, Arandes-Renú JM, Pajardi G, Witthaut J, Hurst LC. Collagenase Clostridium histolyticum: emerging practice patterns and treatment advances *J Plast Surg Hand Surg.* 2016 Oct;50(5):251-61.
- RCP Xiapex Riassunto delle Caratteristiche del prodotto, 05-2016.

L'APPROCCIO PALMARE: CORRETTO POSIZIONAMENTO DELLA PLACCA, VITI MULTIDIREZIONALI, STABILITÀ ANGOLARE

Jane C. Messina, Ferruccio Torretta, Pierluigi Tos

UO Chirurgia della Mano, Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Milano

Referente:

Jane C. Messina – Via G Pini, 3 – 20122 Milano – Tel: 0258296380 – E-mail: jcxmessina@gmail.com

THE VOLAR APPROACH: CORRECT PLATE POSITIONING, LOCKING SCREWS, FIXED ANGLE OR MULTIDIRECTIONAL SCREWS

SINTESI

L'utilizzo della via d'accesso volare ha notevolmente semplificato le tecniche di riduzione ed osteosintesi delle fratture del radio distale. Infatti la corticale volare è più spessa rispetto a quella dorsale e pertanto ha una minor tendenza alla comminuzione e quindi la sua relativa integrità ne favorisce la ricostruzione anatomica. Inoltre la concavità volare sul piano sagittale crea uno spazio naturale per gli impianti, riducendo l'ingombro e minimizzando il conflitto con le strutture tendinee. I sistemi di osteosintesi del radio distale si sono notevolmente evoluti negli ultimi anni permettendo di ridurre per via volare la stragrande maggioranza delle fratture. Le moderne placche sono sagomate anatomicamente, sono dotate di un basso profilo e di viti a fissazione angolare ad angolazione variabile. I diversi tipi di impianti hanno diverse caratteristiche riguardanti la forma, la variabilità della fissazione angolare, la rigidità ed elasticità della fissazione stessa. Queste caratteristiche consentono di stabilizzare un gran numero di frammenti articolari ed extra-articolari nell'osso osteo-porotico, anche frammenti situati in sede dorsale, facilitando notevolmente l'intervento chirurgico. La corretta conoscenza dei mezzi di sintesi permette al chirurgo di scegliere l'impianto più adatto per ogni tipo di frattura.

Parole chiave: fratture del radio distale, via d'accesso volare, osteosintesi, evoluzione fissazione interna

SUMMARY

The use of the volar approach in the management of distal radius fractures has greatly simplified the reduction and internal fixation procedure. The volar cortex, in fact, is thicker and thus it is less comminuted compared to dorsal cortex, which significantly facilitates anatomical fragment reduction. The volar concavity in lateral view creates a natural location for implants, reducing the impingement and conflict with tendon structures that is present with the use of the dorsal approach. There has been an increas-

ing evolution of fixation systems in the recent years allowing to fix the great majority of distal radius fracture by volar approach. Modern internal fixation device have developed a thinner and thinner profile, have an anatomical design and allow locking of the screws to the plated with various degrees of variable angular fixation. Different implants have different shapes, different fixation systems with variable angles, and different elasticity of the fixation systems. This allows the internal fixation of multiple fracture types, with multiple intra and extra-articular fragments, even dorsal fragments, simplifying the procedure. The correct knowledge of fixation devices is useful to the surgeon to choose the best implant for each fracture type.

Keywords: distal radius fracture, volar approach, internal fixation, evolution of fixation systems

INTRODUZIONE

Con l'aumento dell'età media della popolazione la frequenza delle fratture del radio distale è aumentata. In uno studio condotto in Olanda l'incidenza riportata delle fratture del radio distale era pari a 20 casi per 10.000 abitanti all'anno. Mentre nelle percentuali globali su tutta la popolazione le fratture extra-articolari (AO tipo A) sono le più frequenti, sempre più spesso nel paziente anziano si osservano fratture pluriframmentarie, scomposte ed articolari [1]. Presso il pronto soccorso del nostro Istituto vengono trattate circa 900- 1000 fratture

di polso all'anno, i picchi di frequenza riguardano soprattutto la popolazione anziana femminile in osso osteoporotico ma vi è un picco anche nella popolazione giovane, soprattutto maschile per traumi ad alta energia (Tabella 1). Di queste fratture circa 150-200 all'anno vengono ricoverate e trattate chirurgicamente (Tabella 2).

VIA D'ACCESSO DORSALE

Mentre negli anni 1980 si propendeva per il trattamento chirurgico per via dorsale, secondo la teoria delle tre colonne di Rikli e Regazzoni [2], oggi si preferisce la

Tabella 1. Distribuzione globale delle fratture del radio distale presso l'Istituto Ortopedico Gaetano Pini nell'anno 2009 in relazione all'età. Si può osservare un picco di frequenza nel sesso maschile fra i 7 e i 15 anni e nel sesso femminile fra i 50 e gli 82 anni. Ascisse: età dei pazienti. Ordinate: numero di casi.

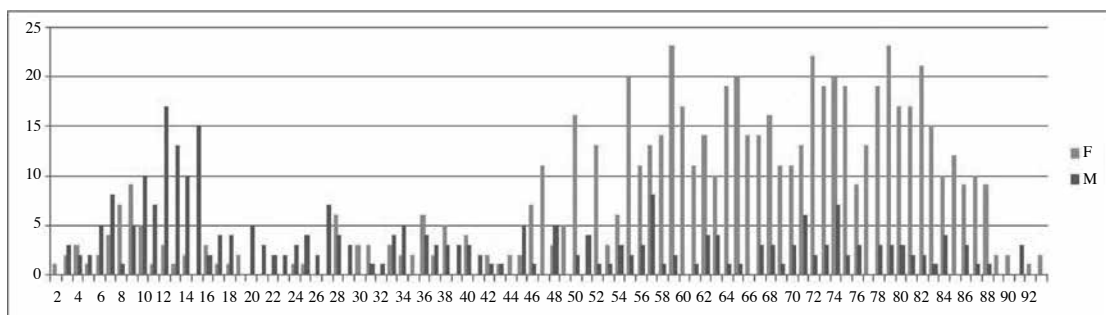
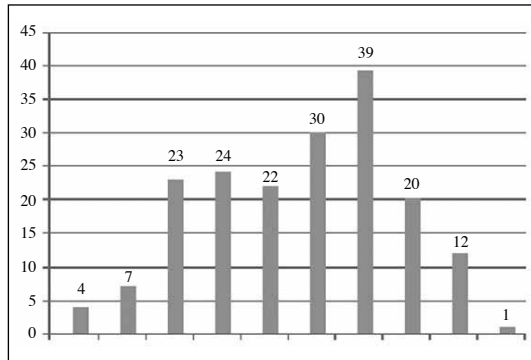


Tabella 2. Distribuzione per età dei pazienti operati per frattura del radio distale presso l'Istituto Ortopedico Gaetano Pini nell'anno 2009. Si tratta di 182 casi operati (18,9%) su 961 fratture del radio distale pervenute presso il nostro Pronto Soccorso (3% dei accessi in Pronto Soccorso). Ascisse: età dei pazienti, Ordinate: numero di casi operati.



via volare. La via dorsale presupponeva un accesso longitudinale fra il terzo ed il quarto compartimento degli estensori, lo scollamento sottoperiostale dei frammenti ed il posizionamento di due placche, una placca a "T" sulla colonna intermedia del radio ed una placca a "L" sulla colonna radiale, disposte a 70-90° l'una dall'altra in una sezione trasversa del radio. Le problematiche di questa via di accesso sono relative alla convessità della superficie dorsale del radio, alla comminazione dorsale (che è maggiore rispetto a quella volare) con difficoltà quindi nel ridurre molteplici piccoli frammenti. Infatti, il posizionamento di impianti in tale sede, essendo convessa la superficie del radio, crea un ingombro maggiore rispetto al posizionamento sulla superficie volare che è invece concava. Inoltre possono insorgere con più frequenza complicanze relative alla vicinanza con le strutture tendinee le quali possono andare incontro a tenosino-

vite con sintomatologia algica e talora rotture tendinee [3,4,5]. Oggi esistono anche placche dorsali dedicate a basso profilo da posizionare dorsalmente in un'unica placca. Questa via di accesso ha comunque il vantaggio di permettere la visualizzazione dell'articolazione in caso di frattura articolare, in modo da ridurre i frammenti articolari. Oggi tale visualizzazione e la conseguente riduzione anatomica viene meglio effettuato in artroscopia evitando quindi di aprire l'articolazione [6,7]. La via dorsale, oltre alle difficoltà tecniche di cui sopra, presentava inoltre diverse complicanze legate, come già specificato, al conflitto con i tendini estensori, alla rigidità post-operatoria e spesso la necessità di rimozione dei mezzi di sintesi.

La via d'accesso dorsale dev'essere ancor oggi conosciuta in quanto ha indicazioni in casi fratture da impatto con interessamento unicamente o prevalentemente dorsale (*die-punch fractures*, AO *modif Mayo* B4), fratture sagittali ad interessamento dorsale tipo AO- B2, fratture associate a lussazione del carpo, frattura ad alta energia non riducibili per via volare unicamente in cui sia necessario un completamento della sintesi per via dorsale (via combinata volare-dorsale).

LA VIA D'ACCESSO VOLARE E L'EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI OSTEOSINTESI

La via volare ha notevolmente semplificato il trattamento chirurgico delle fratture del radio distale. Essa prevede un'incisione longitudinale a livello del tendine flessore radiale del carpo (via di Henry al terzo distale dell'avambraccio), l'incisione della fascia, la disinserzione dal margine radiale del tendine del muscolo pronatore quadrato e la scheletrizzazione del radio distale in

modo da isolare i monconi di frattura. In caso di fratture non recenti vi può essere la necessità di allargare la via d'accesso disinserendo il tendine del m brachioradiale e aprendo il I canale degli estensori per esporre la stiloide radiale. La corticale volare del radio è più spessa rispetto a quella dorsale e la frattura è quindi meno comminuta e risulta quindi tecnicamente più facile la riduzione anatomica dei frammenti.

Inoltre la concavità volare sul piano sagittale crea uno spazio naturale per gli impianti che così non creano ingombro riducendo il conflitto con le strutture tendinee.

L'ottimale posizionamento della placca è teoricamente prossimale alla "watershed line" ovvero alla zona di transizione in modo da evitare il conflitto con la capsula articolare, con i tendini flessori delle dita e del pollice [8,9,10,11] (Figure 1,2). Questo



Figura 1. Paziente di 19 anni, frattura articolare scomposta del radio distale a destra ad alta energia. Aspetto radiografico (a, b), quadro TAC (c, d, e) e artroscopico intra-operatorio (f).

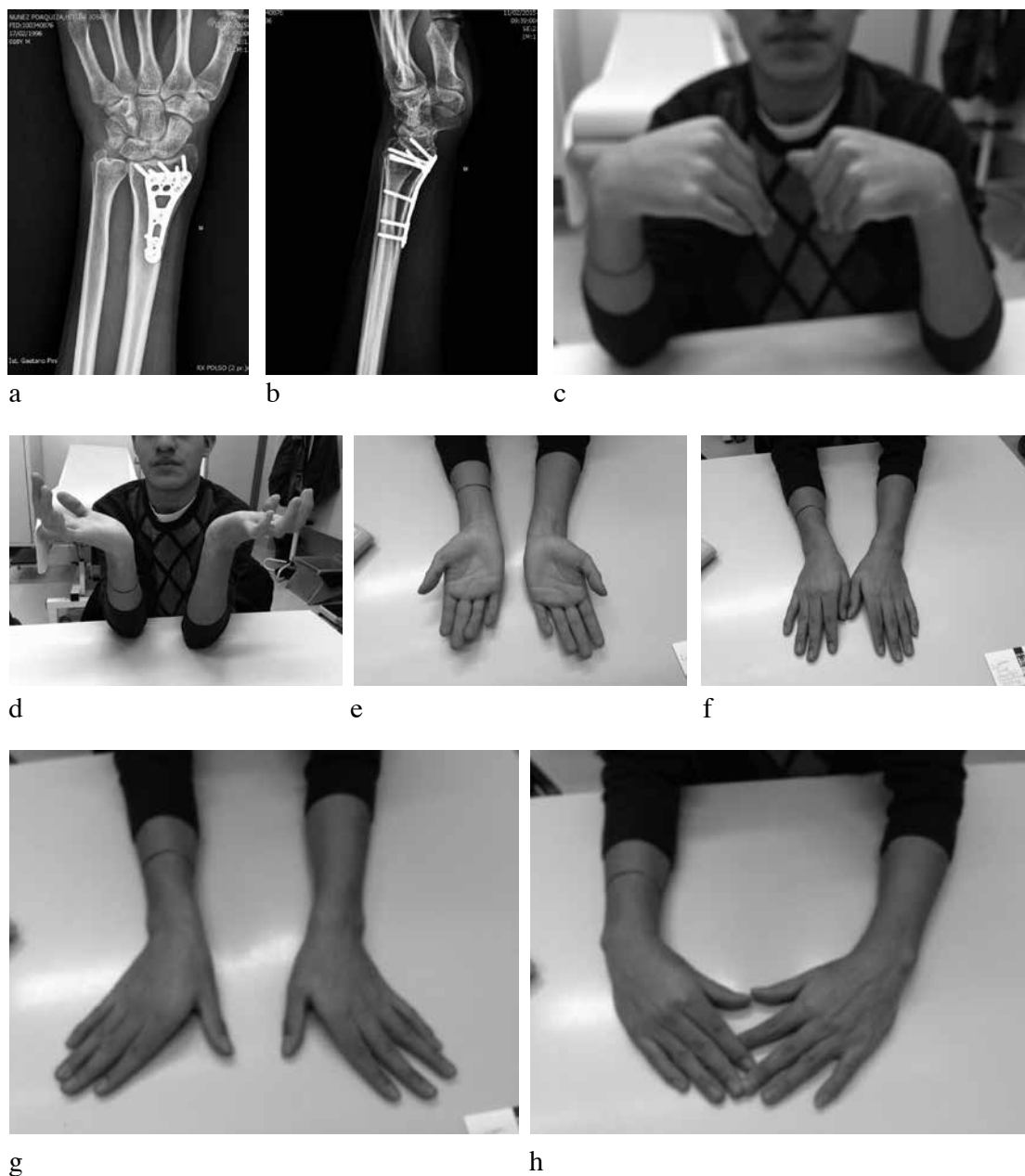


Figura 2. Controllo a 6 mesi del medesimo paziente della figura 1. Aspetto radiografico (a, b) e valutazione clinica funzionale del polso destro (c, d, e, f, g, h).

posizionamento ideale è da effettuarsi nella maggior parte dei casi, tuttavia nella pratica clinica, per fratture marginali, spesso cominute, quindi più distali alla “watershed

line”, si rende necessario il posizionamento della placca anche più distalmente (Figure 3,4). È necessario in questi casi, se possibile, utilizzare impianti dedicati per le frat-

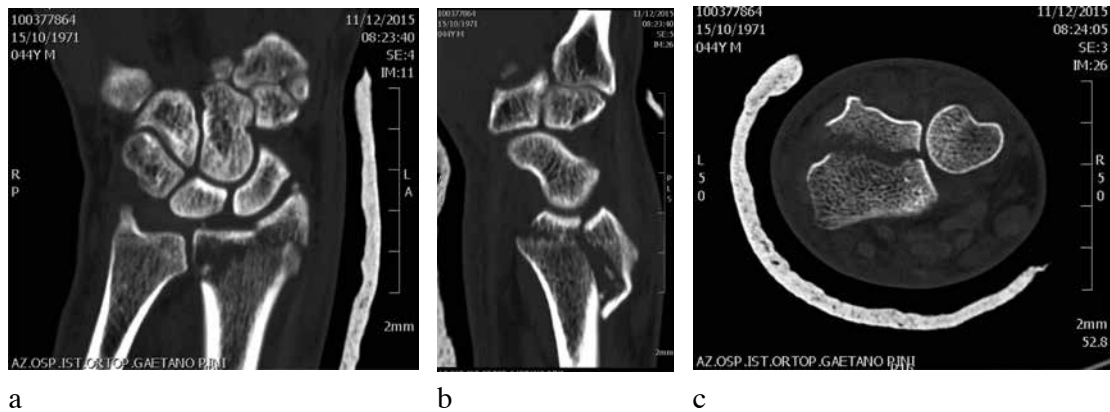


Figura 3 a, b, c. Frattura marginale del radio distale in paziente di 45 anni. TAC pre-operatoria.



Figura 4. Controllo radiografico post-operatorio. Controllo a 5 mesi nel medesimo paziente della figura 3.

ture marginali ed a basso profilo distale. In tal caso è necessario ridurre l'angolazione sagittale delle viti rispetto alla placca per evitare che esse penetrino in articolazione. L'ottimale posizionamento dei mezzi di sintesi, al di là delle considerazioni teoriche, è comunque quello capace di fornire un'ottimale riduzione della frattura, con un ripristino dei parametri anatomico-radiografici del radio distale quali l'inclinazione frontale di 20°-25°, inclinazione sagittale di 0-15° in senso volare, assenza di traslazione laterale, corretta riduzione della

radio-ulnare distale, ripristino della lunghezza del radio rispetto all'ulna, ed un ottimale ripristino della continuità della rima articolare, che conseguentemente consenta un recupero funzionale completo. La tecnica chirurgica di riduzione, seppur cruenta, deve essere rispettosa delle strutture capsulo-legamentose, tendinee e vascolo-nervose, evitando ampi scollamenti quando non necessari alla mera riduzione della frattura. Ciò infatti permetterà di evitare spiacevoli rigidità articolari post-operatorie che possono verificarsi anche in presenza di un'ottimale risultato radiografico, ma che poi inficiano il risultato clinico e la soddisfazione del paziente.

Con sistemi di osteosintesi a fissazione angolare di I generazione, sviluppati dal 1997 in poi, vi erano alcune problematiche relative allo spessore della placca, alla fissazione angolare fissa o dotata solo di minima variabilità, alla protrusione della testa della vite, alla limitazione della variabilità dell'angolazione, al danno al filetto in caso di variazione dell'angolazione della vite rispetto alla placca. Con l'avvento delle placche di II generazione nel 2005, si è avuto un notevole miglioramento ed abbas-

samento del profilo delle placche, si sono create placche a doppia filiera distale in modo da avere la possibilità di stabilizzare più frammenti, si è sviluppata la variabilità dell'angolazione delle viti con la riduzione del diametro delle stessa in modo da consentire il trattamento ottimale di molteplici tipologie di fratture a più frammenti anche articolari [3].

I moderni impianti di osteosintesi si sono recentemente molto evoluti e sono ancor oggi in notevole evoluzione e ciò ha permesso di migliorare in modo notevole i risultati clinici [12]. Nella grande maggior parte dei casi si ottengono ottimi e buoni risultati. La stabilità ottenuta permette la mobilitazione precoce della maggioranza delle fratture con riduzione della frequenza di utilizzo della via dorsale e dell'uso di innesti ossei o di ossa sintetiche. I mezzi di sintesi hanno sviluppato un profilo sempre più basso al fine di minimizzare l'ingombro ed il conflitto con le strutture vascolonervose e tendinee, in particolar modo le placche di ultima generazione hanno sviluppato un basso profilo sul margine distale al fine di evitare l'usura dei tendini flessori ed in particolare del flessore lungo del pollice. I vari sistemi di osteosintesi attualmente in uso hanno sviluppato diversi sistemi di fissazione angolare che permette la solidarizzazione della vita alla placca. Alcuni sistemi sono più rigidi altri più elastici a seconda della tipologia della placca (spessore) e della tipologia della fissazione angolare di ogni singola placca [13,14] (Figura 5). Con lo sviluppo della fissazione angolare è stato possibile effettuare un reale sostegno subcondrale del piano articolare evitando la mobilitazione delle viti e il conseguente affondamento dei frammenti articolari. La fissazione angolare inoltre facilita la fissazione dei singoli frammenti.

Ciò è indispensabile delle epifisi ove vi è una notevole comminazione in particolar modo nell'osso osteoporotico. Talora ciò diventa anche utile a livello diafisario ove le viti da corticale non sempre danno un'ottimale stabilizzazione soprattutto nei casi di osteoporosi più grave. Tuttavia l'utilizzo della fissazione angolare delle viti prossimali non è ritenuta sempre indispensabile [13,14]. Inoltre la fissazione angolare permette di avere un'ottimale stabilità delle viti che non dipende più unicamente dalla presa sulla corticale dorsale, che comunque è sempre auspicabile, ma la lunghezza delle viti può essere calibrata correttamente in modo da evitare il conflitto con i tendini estensori [15].

I sistemi attuali di osteosintesi infatti, possono avere viti ad angolazione fissa o più frequentemente variabile o talora mista. La variabilità angolare delle viti a fissazione angolare consente di orientarle a propria scelta, ovvero fissando i diversi frammenti situati in diverse posizioni, ma anche permettendo, a seconda dell'angolazione sagittale prescelta delle viti di orientare l'inclinazione volare del radio migliorando quindi la riduzione ottenuta all'inizio dell'intervento (Figura 6). Ciò è particolarmente importante nelle fratture non recenti in cui i frammenti sono adesi ai tessuti circostanti e difficilmente mobilizzabili senza eseguire un'ampia devascularizzazione ed in cui è difficile ottenere una perfetta riduzione *d'emblée*. Anche il posizionamento della vite diafisaria più prossimale in compressione solo al termine del posizionamento delle altre viti permette di ottenere ancora qualche grado di angolazione volare della rima articolare sul piano sagittale. L'impianto quindi permette di migliorare la riduzione ottenuta per azione indiretta della placca (Figura 6).



Figura 5. Frattura esposta di radio ed ulna in osso osteoporotico, paziente di 76 anni. RX e TAC pre-operatoria (a, b, c, d). In questo caso si rende necessario l'utilizzo di un impianto rigido in quanto la frattura è molto comminuta. Osteosintesi con placca volare lunga "a T" e viti distali a fissazione angolare (e, f).

Esistono placche dedicate per le fratture marginali, esse hanno un basso profilo distale e sono sagomate sulla forma del radio distale ed in particolare della stiloide radiale. Esse hanno viti di diametro più sottile e sono le più adatte al trattamento delle fratture marginali. Sono in genere placche molto costose non disponibili in tutti i centri.

Sono descritti infatti in letteratura casi di rottura del tendine flessore lungo del pollice presumibilmente da usura al margine di placche troppo spesse o posizionate troppo distalmente [16,17]. Bisogna inoltre precisare che la tecnica di divaricamento dei tendini flessori e, nella fattispecie dei tendini flessore radiale del carpo e flessore lungo

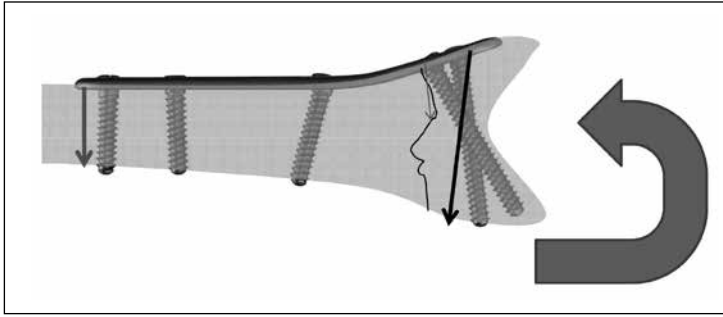


Figura 6. I moderni sistemi di osteosintesi permettono la variabilità della fissazione angolare in modo da stabilizzare i molteplici frammenti delle fratture pluriframmentarie, anche in presenza di osteoporosi. Nelle fratture non recenti, in cui vi siano aderenze dei tessuti, o nelle nascenti malunions, il tilt volare sul piano sagittale può essere migliorato aumentando l'angolazione delle viti distali (freccia nera) oppure inserendo come ultima vite in compressione la vite più prossimale dopo aver posizionato tutte le altre viti.

del pollice, deve essere atraumatica poiché un'usura tendinea durante l'intervento può in alcuni casi, già creare il presupposto per una rottura tendinea che si svilupperà successivamente dalla successiva usura sul margine della placca. In altri casi descritti in letteratura l'avvitamento delle viti distali non era stato completato per cui la vite protrudeva con conseguente usura del tendine flessore lungo del pollice. Sono possibili anche lesioni dei tendini estensori in caso di protrusione dorsale delle viti che si verificavano più spesso in passato ma oggi si osservano raramente con i mezzi di sintesi più moderni in quanto l'apice delle viti è ormai smusso in tutti i sistemi di osteosintesi ed il perfezionamento dei sistemi di misurazione [4,16,17].

Altre complicanze possibili di tutti gli interventi sono le infezioni, che sono comunque molto rare, mentre la rigidità e l'algodistrofia sono complicanze che possono sopraggiungere sia in pazienti operati sia non operati. Le lesioni neurologiche in particolare del nervo mediano, possono essere legate ad un trauma contusivo del nervo al

momento del trauma, alla riaccutizzazione di una S del tunnel carpale latente, a danno sul nervo con un meccanismo di stiramento oppure talora dovuto ad incisioni errate seguite in sede volare mediana al polso [4,18].

DISCUSSIONE

I diversi impianti oggi esistenti hanno molteplici caratteristiche strutturali e tecniche e pertanto è importante conoscerne i diversi aspetti, identificare queste differenze in modo da utilizzare i diversi impianti in modo appropriato in ogni diverso tipo di frattura. L'impianto deve avere caratteristiche quali la rigidità, elasticità, resistenza alla rottura, design anatomico per una corretta osteosintesi ma anche essere di facile l'utilizzo da parte del chirurgo che deve acquisire una buona manualità in modo da svolgere l'intervento in modo rapido e sicuro, riducendo i tempi operatori. I set sterilizzati sono un'innovazione che permette di ridurre i tempi chirurgici e infermieristici di preparazione degli strumentari, cosa molto utile soprattutto in urgenza. Tuttavia

per fratture più complesse gli strumentari più sofisticati permettono di ottenere una migliore riduzione.

La via volare è oggi utilizzata nella stragrande maggioranza degli interventi di osteosintesi del radio distale, il suo utilizzo si è ampliato parallelamente allo sviluppo tecnologico dei sistemi di osteosintesi in quanto i moderni impianti consentono la corretta riduzione ed osteosintesi di molte fratture anche con frammenti posteriori. La via dorsale deve comunque essere conosciuta ed utilizzata in casi selezionati con le corrette indicazioni specificate sopra, anche come complemento alla via volare. L'utilizzo dell'artroscopia di polso permette al visualizzazione dell'articolazione nel caso di difficoltà di riduzione dei frammenti articolari e nel trattamento delle lesioni legamentose associate. I moderni impianti hanno caratteristiche differenti e la conoscenza delle stesse permette di utilizzare l'impianto più appropriato per il tipo di paziente e per il tipo di frattura.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dr. U. De Bellis per i dati riguardanti in Pronto Soccorso del G. Pini.

BIBLIOGRAFIA

- Bentohami A, Bosma J, Akkersdijk GJ, Van Dijkman B, Goslings JC, Schep NW. Incidence and characteristics of distal radial fractures in an urban population in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2014 Jun;40(3):357-61.
- Rikli DA, Businger A, Babst R. Dorsal double-plate fixation of the distal radius. *Oper Orthop Traumatol.* 2005 Dec;17(6):624-40.
- Lauri G, Casini C. Wrist fractures: evolution in the treatment. *Archivio di Ortopedia e Reumatologia* 2015, vol 126: 7-10.
- Jupiter JB, Fernandez DL. Complications following distal radial fractures. *AAOS Instructional Course Lectures* 2002; 51:203-219.
- Simic PM, Weiland AJ. Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *Instr Course Lect.* 2003;52:185-95.
- Geissler WB. Arthroscopically assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *Hand Clinics* 1995; 11: 19-29.
- Herzberg G. Intra-articular fracture of the distal radius: arthroscopic-assisted reduction. *J Hand Surg Am.* 2010 Sep;35(9):1517-9.
- Orbay J, Fernandez DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg* 2004;29:96-100.
- Jupiter JB, Marent-Huber M, LCP Study Group. Operative management of distal radial fractures with 2.4 millimeter locking plates. A multicenter prospective case series. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jan;91(1):55-65.
- Orbay J. Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2005 Aug;21(3):347-54.
- Messina JC, Torretta F. Treatment of complex metaphyseal radial and ulnar fractures with double plate internal fixation. In G Herzberg, Editor. *Fractures Articulaires du radius Distal.* Montpellier-Paris: Sauramps Medical; 2008, p221-224.
- Messina JC, De Felice A, Dacatra U, Pedrini V, Torretta F. Evolution of internal fixation techniques in distal radius fractures: clinical results. *Archivio di Ortopedia e Reumatologia* 2015, vol 126: 11-15.
- Lutsky K, Hoffler CE, Kim N, Matzon JL. Routine use of locking shaft screws is not necessary in volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand,* 2015 Sep, Volume 10, Issue 3, pp 489-491.
- Dahl, WJ, Nassab PF, Burgess KM, Postak PD, Evans PJ, Seitz WH, Greenwald AS, Lawton JN. Biomechanical properties of fixed-angle volar distal radius plates under dynamic loading. *J Hand Surg Am.* 2012 Jul;37(7):1381-7.

15. Baumbach SF, Synek A, Traxler H, Mutschler W, Pahr D, Chevalier Y. The influence of distal screw length on the primary stability of volar plate osteosynthesis: a biomechanical study. *J Orthop Surg Res.* 2015 Sep 8;10:139.
16. Rajeev AS, Sreverthana S, Harrison J. Rupture of flexor pollicis longus tendon: a complication of volar locking plating of the distal radius. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010 Aug; 36 (4) 385-7.
17. Selvan DR, Machin DG, Perry D, Simpson C, Thorpe P, Brown DJ. The role of fracture reduction and plate position in the aetiology of flexor pollicis longus tendon rupture after volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand (N Y).* 2015 Sep;10(3):497-502.
18. Obert L, Loisel F, Jardin E, Gasse N, Lepage D. High-energy injuries of the wrist. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016 Feb;102(1 Suppl):S81-93.

ELETTROMIOGRAFIA, PROTESICA E ROBOTICA IN RAPIDO PROGRESSO VERSO L'AMPUTAZIONE FUNZIONALE: I RISULTATI DEL PROGETTO NINAPRO

Manfredo Atzori*, **Cesare Tiengo****, **Franco Bassetto****, **Henning Müller***

*Information Systems Institute at the University of Applied Sciences Western Switzerland (HES-SO Valais), Rue du TechnoPole 3, 3960 Sierre, Switzerland

**Clinica di Chirurgia Plastica, Ospedale Universitario di Padova, Via Giustiniani 2, 35128 Padova, Italy

Referente:

Manfredo Atzori – University of Applied Sciences Western Switzerland, Sierre (HES-SO Valais)

Rue du Technopole 3, 3960 Sierre, Switzerland – Tel: +41 27 606 9023 – Email: manfredo.atzori@hevs.ch

ELECTROMYOGRAPHY, PROSTHETICS AND ROBOTICS IN RAPID PROGRESS TARGETING FUNCTIONAL AMPUTATION: THE NINAPRO PROJECT RESULTS

SINTESI

Un'amputazione della mano è in grado di influenzare notevolmente le capacità e l'indipendenza di una persona. Migliorare le funzionalità delle protesi di mano è quindi una sfida. L'integrazione di protesi robotiche avanzate con tecniche di amputazione funzionale può portare alla realtà il controllo naturale di protesi robotiche della mano tramite metodi non invasivi.

La ricerca scientifica e le compagnie operanti in ambito di protesica stanno rapidamente avanzando verso sistemi di controllo naturale di protesi robotiche di mano ad alta funzionalità. Protesi mioelettriche con molti gradi di libertà sono già disponibili in commercio e i recenti progressi nella ricerca scientifica suggeriscono che il loro controllo naturale potrebbe essere eseguito nello vita reale attraverso metodi di intelligenza artificiale e l'integrazione di dati multimodali. Tuttavia, la robustezza non è ancora sufficiente a trasferire i risultati scientifici ad un contesto di vita reale.

In questo lavoro descriviamo il database Ninapro (*Non Invasive Adaptive Prosthetics*), che ha lo scopo di studiare le relazioni tra elettromiografia, movimenti e forza della mano e parametri clinici. I dati sono accessibili pubblicamente dai gruppi di ricerca di tutto il mondo.

Il database Ninapro ha permesso di ottenere diversi risultati significativi, tra cui: mostrare che fino a 11 movimenti della mano possono essere riconosciuti senza alcun allenamento nel soggetto amputato; mostrare che l'acquisizione di dati multimodali è in grado di migliorare notevolmente il riconoscimento del movimento; mostrare che diversi parametri clinici (come ad esempio la percentuale rimanente di avambraccio e l'intensità di sensazione di arto fantasma) sono legati alla capacità di controllare i

muscoli residui nel moncone. L'unione dei risultati ottenuti tramite Ninapro con gli altri risultati della letteratura scientifica suggerisce che delle procedure di “amputazione funzionale” potranno in futuro integrarsi meglio con le protesi robotiche e contribuire a risolvere i problemi di controllo naturale delle protesi.

Parole chiave: elettromiografia, amputazioni, protesica, bioingegneria

SUMMARY

Hand amputation can dramatically affect the capabilities of a person. Improving the functionality of robotic prosthetic hands is thus a challenge. The integration of advanced prosthetic and robotic technologies with functional amputations may bring to reality the non-invasive natural control of robotic hand prostheses in a near future. Scientific research and prosthetic market are rapidly advancing towards the natural control of dexterous robotic prosthetic hands. Myoelectric hand prostheses with many degrees of freedom are commercially available and recent advances in scientific research suggest that their natural control can be performed in real life through pattern recognition and the integration of multimodal data. However, robustness is still not sufficient to transfer scientific results to a real life.

In this work we describe the Ninapro (Non Invasive Adaptive Prosthetics) database, which is aimed to study the relationships between sEMG, hand movement, force and clinical parameters. The data are publicly available to worldwide research groups.

The Ninapro database allowed to obtain several important results including: showing that up to 11 hand movements can be recognized without any training in amputated subject; showing that multimodal data can strongly improve movement recognition; showing that several clinical parameters (including remaining forearm percentage and phantom limb sensation) are related to the capability of amputees to control the remnant muscles in the stump.

The Ninapro results, in combination with other scientific literature achievements, suggests that future “functional amputation” surgery procedures may better integrate with the prosthetic robotic limbs and contribute to solve natural control problems.

Keywords: electromyography, amputations, prosthetic

INTRODUZIONE

Nel 2005 più di 41.000 persone vivevano con una amputazione di arto superiore [1]. L'amputazione della mano è una delle lesioni che possono influenzare maggiormente le capacità di una persona. I recenti progressi scientifici e commerciali nel settore sono promettenti e suggeriscono che

in un prossimo futuro potrebbero esistere delle protesi robotiche ad alta funzionalità e controllate in modo naturale (ossia come se fossero delle normali mani). Tuttavia il progresso verso questi risultati richiede ancora il superamento di alcune difficoltà. Attualmente, le protesi di mano possono essere divise in protesi cosmetiche, protesi

cinematiche e protesi mioelettriche (ossia controllate tramite elettromiografia di superficie, sEMG). Le protesi cosmetiche offrono un supporto estetico e psicologico. Le protesi cinematiche hanno anche capacità funzionali, poiché l'utente può controllare l'apertura e la chiusura della protesi attraverso il movimento della spalla. Gli utenti di protesi mioelettriche invece possono controllare la protesi (alimentata a batteria e mossa da motori elettrici) muovendo degli specifici muscoli nella porzione di braccio rimanente. Molte protesi mioelettriche di mano sono attualmente in commercio, ma poche hanno la capacità di riprodurre molti movimenti. La seguente selezione rappresenta alcune delle protesi di mano più avanzate attualmente disponibili [2]: 1) Touch Bionics i-limb Quantum; 2) Otto Bock Michelangelo; 3) RSL Steeper Bebionic; 4) Vincent hand. Tali protesi possono muovere separatamente diverse dita, rotare il pollice, riprodurre un elevato numero di movimenti della mano e avere il polso flessibile e/o rotante [2].

Le protesi mioelettriche vengono controllate nel seguente modo. Generalmente due o tre elettrodi sEMG vengono posizionati in corrispondenza di specifici muscoli (selezionati al momento di realizzazione della protesi in base alle caratteristiche del paziente). Quando il paziente pensa di muovere tali muscoli, l'ampiezza del segnale elettrico emesso viene utilizzato per aprire e chiudere la mano protesica. Il numero di movimenti che il paziente può controllare può essere aumentato impiegando particolari metodi di controllo basati su sequenze di impulsi. Tali metodi sono generalmente innaturali (nel senso che non corrispondono al movimento che il soggetto avrebbe pensato di fare prima dell'amputazione), richiedono un alto livello di abilità e una

procedura di allenamento abbastanza lunga. Tuttavia, offrono risultati riproducibili con certezza, che è una delle principali esigenze della vita reale [3]. Tali problematiche di controllo contribuiscono alle scarse capacità e alla scarsa diffusione delle protesi mioelettriche [4]. Alcune delle protesi considerate uniscono altri sensori all'elettromiografia (come ad esempio accelerometri) per facilitare la scelta del movimento o per controllare sistemi automatizzati di prevenzione di caduta di oggetti. Nel 2013 un sistema di riconoscimento di movimenti naturali della mano (simile a quelli descritti nella letteratura scientifica) è stato reso disponibile in commercio (<http://www.coaptengineering.com>). Il sistema realizzato da Coapt-engineering può includere fino a 8 elettrodi sEMG, ma rappresenta ancora un sistema di controllo ibrido. Il tecnico svolge un'azione fondamentale ed è incoraggiato a lavorare con il paziente per determinare quali sono i movimenti più fisiologici, ripetibili, coerenti, e intuitivi da usare per il controllo. Tuttavia, il controllo di molti movimenti non è ancora completamente naturale.

Il controllo naturale di mani robotiche e protesi di mano è tema centrale di molti studi scientifici, effettuati sia su soggetti sani che su soggetti amputati. Nella maggior parte dei casi, le strategie di controllo si basano sull'uso di più elettrodi per misurare i segnali mioelettrici dell'avambraccio e sull'uso di algoritmi di intelligenza artificiale per riconoscere i movimenti che il soggetto vorrebbe effettuare. I metodi di analisi dati più utilizzati sono attualmente tre: metodi di classificazione (basati su tecniche di apprendimento automatico e analisi di segnali), metodi di controllo proporzionale e metodi di controllo simultaneo. Con i metodi di classificazione è possibile ottenere una precisione di classificazio-

ne approssimativamente pari a 80-90% su gruppi di meno di 10 movimenti [5]. Per questo motivo la ricerca di un controllo robusto e stabile rimane un tema importante nel settore [2,3].

L'aggiunta di altri sensori può migliorare il controllo naturale di protesi mioelettriche. L'utilizzo di accelerometri è in grado di offrire eccellenti risultati nel riconoscimento di movimenti della mano, sia da solo che in combinazione con elettrodi sEMG [6,7]. In recenti studi, sistemi di visione artificiale sono stati utilizzati per determinare automaticamente il tipo e le dimensioni della presa necessaria in relazione all'oggetto [8].

Spesso gli studi scientifici nel settore della protesica sono altamente specifici e non sono direttamente comparabili: diversi sistemi e protocolli di acquisizione, numeri diversi di movimenti e diversi approcci alle analisi possono infatti portare a risultati molto diversi [2]. Inoltre, spesso i dati non sono disponibili al pubblico, e quindi i risultati non possono essere facilmente replicati. In contrasto con questa situazione, il progetto NinaPro [9] acquisisce e rilascia gratuitamente dati elettromiografici relativi a movimenti della mano (<http://ninaweb.hevs.ch>). I dati provengono da soggetti sani e amputati, ed hanno lo scopo di aiutare la comunità scientifica a migliorare le protesi della mano.

Molti fattori possono influenzare teoricamente il segnale elettromiografico, e di conseguenza il controllo di protesi mioelettriche. Tra di essi spiccano le caratteristiche anatomiche del soggetti, la presenza di affaticamento o sudorazione, la posizione degli elettrodi, la posizione del braccio durante il movimento, le procedure chirurgiche usate durante l'amputazione e in fine anche la riorganizzazione corticale. Tuttavia, pochi studi sono stati effettuati per analizzare questi effetti.

La reinnervazione muscolare mirata (*targeted muscle reinnervation*, TMR) è una recente procedura chirurgica che utilizza i nervi originariamente utilizzati per controllare i muscoli della mano per innervare dei muscoli accessori da cui viene misurato il segnale elettromiografico di superficie. Ottimi risultati sono stati ottenuti con questo metodo, soprattutto in persone con amputazioni sopra gomito o amputazioni della spalla [10]. La stessa tecnica è stata applicata anche su muscoli trasferiti sull'avambraccio per facilitare l'uso di protesi commerciali tradizionali [11].

Un intero ulteriore paragrafo potrebbe essere dedicato a studi mirati a trasferire le sensazioni dalla protesi della mano al cervello. Molti tentativi sono stati condotti con metodi invasivi o non invasivi. La TMR rappresenta una soluzione promettente anche in questo caso, in quanto permette teoricamente una certa quantità di feedback sensoriale. Un recente esempio di utilizzo in tempo reale di interfacce neurali per il controllo di mani protesiche è data dai risultati descritti da Raspopovic *et al.* [12].

In questo lavoro descriviamo il progetto Ninapro e i risultati da esso ottenuti fino ad ora. Il database Ninapro include i dati acquisiti da 78 soggetti. I dati hanno lo scopo di studiare le relazioni tra elettromiografia, cinematica della mano, dinamica della mano, e parametri clinici relativi all'amputazione. I dati sono pubblicamente accessibili su internet. Il database Ninapro ha permesso di dimostrare numerosi risultati innovativi nel settore, tra cui: il fatto che i soggetti con amputazione trans-radiale possono riprodurre fino a 11 movimenti della mano senza alcun tipo di allenamento; che l'utilizzo di accelerometri può fortemente migliorare il riconoscimento dei movimenti in soggetti sani ed amputati; che diversi parametri clinici (tra cui la percentuale rimanente di

avambraccio e l'intensità di sensazione di arto fantasma) sono legati alla capacità degli amputati di controllare i muscoli residui nel moncone.

MATERIALI E METODI

SOGGETTI

Il database Ninapro contiene segnali elettromiografici acquisiti da 78 soggetti (67 non amputati, 11 con amputazione transradiale). I soggetti sono divisi in tre gruppi (*datasets*), in base al protocollo di acquisizione e alle caratteristiche dei soggetti (Tabella 1). A tutti i soggetti è stato chiesto di rispondere ad un questionario relativo a parametri generici (quali e.g. età, sesso, altezza, peso). Ai soggetti amputati è stato proposta anche una valutazione dettagliata di alcuni dati clinici relativi alla amputazione. I dati richiesti includevano: lato, livello, data, e causa dell'amputazione, circonferenza dell'avambraccio, intensità e tipo di sensazione di arto fantasma, presenza di dolore da arto fantasma, tipo di dolore da arto fantasma (se presente), tipo di protesi utilizzata (cosmetica, cinematografica, mioelettrica), anni di utilizzo e ore di utilizzo quotidiano della protesi; questionario DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) [13]. L'intensità della sensazione di arto fantasma è stata valutata su una scala di valutazione numerica a 6 punti (0 = nessuna sensazione; 5 = sensazione massima) secondo la sensazione media nei 3-6 mesi precedenti il test, come suggerito dal Chronic Pain Grade (CPG) [14].

Per facilitare ai partecipanti la comprensione delle categorie di dolore e sensazione di arto fantasma, esse sono state descritte nei seguenti modi. L'"arto fantasma" è stato definito come la porzione di arto che è stata amputata. La "sensazione non dolorosa di arto fantasma" è stata definita come percezione non dolorosa dell'arto mancante (per esem-

pio, la sensazione che la mano mancante sia avvolta nel cotone). Il "dolore da arto fantasma" è stato definito come una sensazione di arto fantasma provocante dolore.

L'esperimento è stato condotto secondo i principi espressi nella Dichiarazione di Helsinki ed è stato approvato dalla Commissione Etica del Cantone Vallese (Svizzera). Tutti i partecipanti hanno firmato un modulo di consenso informato. Secondo la nostra conoscenza, lo studio con il più alto numero di soggetti amputati prima di questo progetto includeva solo sei soggetti [5].

STRUMENTAZIONE SPERIMENTALE

Gli elettrodi sEMG sono posizionati come mostrato in Figura 1: otto elettrodi sono posizionati attorno all'avambraccio all'altezza dell'articolazione omero-radiale; due elettrodi sono posizionati sui punti di maggiore attività del muscolo flessore superficiale e del muscolo estensore superficiale delle dita [15]; due elettrodi sono posizionati sui punti di maggiore attività del bicipite e del tricipite. Le posizioni descritte sono state scelte in modo da combinare le due strategie maggiormente utilizzate nel settore, ossia campionamento uniforme e preciso del segnale elettromiografico. Il posizionamento degli elettrodi sulla parte superiore del braccio non è comune in letteratura, ma può essere utile per migliorare la precisione di riconoscimento dei movimenti, in particolare in soggetti con scarsa percentuale diavambraccio rimanente. In due casi (soggetti 6 e 7) il numero di elettrodi è stato ridotto a dieci per mancanza di spazio. In un caso (soggetto 7) gli elettrodi sono stati collocati sul bordo del moncone, con l'obiettivo di acquisire tutte le possibili attivazioni dei muscoli rimanenti. Questa procedura non è ottimale, ma era l'unico approccio possibile per questo particolare soggetto.

Tabella 1. Caratteristiche cliniche dei soggetti amputati inclusi nel gruppo 3 di Ninapro.

Soggetto	Lateralità	Mano(i) amputate	Motivazione dell'amputazione	Percentuale rimanente di avambraccio (%)	Anni trascorsi dall'amputazione	Sensazione di arto fantasma (0-5)	Punteggio DASH	Protesi utilizzata
1	Destra	Destra	Incidente	50	13	2	1.67	Mioelettrica
2	Destra	Sinistra	Incidente	70	6	5	15.18	Cosmetica
3	Destra	Destra	Incidente	30	5	2	22.50	Mioelettrica
4	Destra	Destra e Sinistra	Incidente	40	1	1	86.67	Nessuna
5	Sinistra	Sinistra	Incidente	90	1	2	11.67	Cinematica
6	Destra	Sinistra	Incidente	40	13	4	37.50	Cinematica
7	Destra	Destra	Incidente	0	7	0	31.67	Nessuna
8	Destra	Destra	Incidente	50	5	2	33.33	Mioelettrica
9	Destra	Destra	Incidente	90	14	5	3.33	Mioelettrica
10	Destra	Destra	Incidente	50	2	5	11.67	Mioelettrica
11	Destra	Destra	Tumore	90	5	4	12.50	Mioelettrica

PROTOCOLLO DI ACQUISIZIONE

I dati sono stati acquisiti in base alla versione finale del protocollo di acquisizione NinaPro [9]. Durante l'acquisizione, i soggetti sono stati invitati a imitare (o a pensare di imitare con l'arto mancante, nel caso di soggetti amputati) il movimento visualizzato sullo schermo di un computer portatile nel modo più naturale possibile (Figura 1). L'esperimento comprende la ripetizione di circa 50 movimenti della mano come indicato in Tabella 2 e Figura 2. I movimenti sono stati selezionati dalla più recente letteratura nell'ambito della tassonomia dei movimenti e di robotica della mano [9]. L'esperimento è suddiviso in una parte di allenamento e in tre esercizi mirati a diversi tipi di movimenti, interrotti da tempo di riposo per evitare l'affaticamento muscolare. Tre soggetti hanno chiesto di interrompere l'esperimento anticipatamente. Solo in un caso il numero di movimenti eseguiti dal soggetto è stato inferiore ai movimenti considerati in questo studio (38 movimenti).

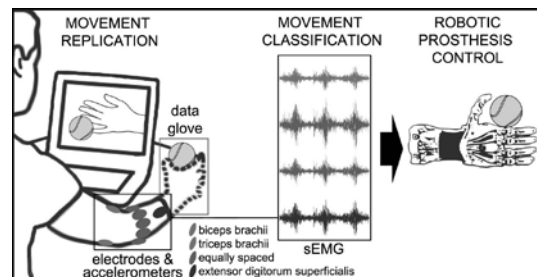


Figura 1. Il protocollo di acquisizione Ninapro.

ANALISI DEI DATI

I metodi di analisi utilizzati sui dati inclusi in Ninapro appartengono allo stato dell'arte dell'apprendimento automatico (*machine learning*), una delle aree fondamentali dell'intelligenza artificiale [6,9,16]. Tali metodi di analisi sono stati applicati principalmente per classificare il segnale elettromiografico al fine di riconoscere in modo automatico i movimenti della mano. Analisi di tipo statistico sono state di seguito effettuate per valutare il numero di movi-

Tabella 2. Dati attualmente presenti in Ninapro.

		Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
Soggetti Intatti		27	40	0
Soggetti con amputazione trans-radiale		0	0	11
elettrodi sEMG		10 Otto Bock	12 Delsys	12 Delsys
Numero di movimenti (riposo incluso)		53	50	50
Numero di ripetizioni di ogni movimento		10	6	6
Esercizio 1	Riferimento in figura 2	Esercizio A	Esercizio B	Esercizio B
	Numero di movimenti	12	17	17
	Parametro di confronto	Cinematica della mano	Cinematica della mano	Cinematica della mano (quando disponibile)
	Sensori cinematici / dinamici	Cyberglove II	Cyberglove II	Cyberglove II (quando disponibile)
Esercizio 2	Riferimento in figura 2	Esercizio B	Esercizio C	Esercizio C
	Numero di movimenti	17	23	23
	Parametro di confronto	Cinematica della mano	Cinematica della mano	Cinematica della mano (quando disponibile)
	Sensori cinematici / dinamici	Cyberglove II	Cyberglove II	Cyberglove II (quando disponibile)
Esercizio 3	Riferimento in figura 2	Esercizio C	Esercizio C	Esercizio D
	Numero di movimenti	23	23	9
	Parametro di confronto	Cinematica della mano	Dinamica della mano	Dinamica della mano (quando disponibile)
	Sensori cinematici / dinamici	Cyberglove II	FFLS	FFLS (quando disponibile)

Esercizio A			Esercizio B			Esercizio C			Esercizio D					
1	Flessione dell'indice		1	Pollice verso l'alto		1	Preso circolare a diametro grande		16	Preso a quattro dita di un piccolo oggetto		1	Flessione del mignolo	
2	Estensione dell'indice		2	Estensione dell'indice e del medio, flessione delle altre dita		2	Preso circolare a diametro piccolo (power grip)		17	Preso laterale		2	Flessione dell'anulare	
3	Flessione del medio		3	Flessione dell'anulare e del mignolo, estensione delle altre dita		3	Preso ad uncino fisso		18	Preso ad estensione parallela		3	Flessione del medio	
4	Estensione del medio		4	Pollice in opposizione alla base del mignolo		4	Preso con estensione dell'indice		19	Preso di un oggetto esteso		4	Flessione dell'indice	
5	Flessione dell'anulare		5	Abduzione di tutte le dita		5	Preso ad avvolgimento medio		20	Preso a disco		5	Abduzione del pollice	
6	Estensione dell'anulare		6	Flessione delle dita a pugno		6	Preso ad anello		21	Apertura di una bottiglia con una presa a tre dita		6	Flessione del pollice	
7	Flessione del mignolo		7	Indice esteso		7	Preso prismatica a quattro dita		22	Avvitamento di un cacciavite.		7	Flessione di indice e mignolo	
8	Estensione del mignolo		8	Adduzione di tutte le dita		8	Preso di un bastoncino		23	Taglio		8	Flessione di anulare e medio	
9	Adduzione del pollice		9	Supinazione della mano (asse: dito medio)		9	Preso per scrivere					9	Flessione di indice e pollice	
10	Abduzione del pollice		10	Pronazione della mano (asse: dito medio)		10	Preso di una sfera con tutte le dita							
11	Flessione del pollice		11	Supinazione della mano (asse: dito mignolo)		11	Preso di una sfera con tre dita							
12	Estensione del pollice		12	Pronazione della mano (asse: dito mignolo)		12	Preso di precisione di una sfera con tutte le dita							
			13	Flessione del polso		13	Preso di precisione di una sfera con tre dita							
			14	Estensione del polso		14	Preso a pizzico							
			15	Movimento radiale del polso		15	Preso a pizzico di una piccola punta							
			16	Movimento ulnare del polso										
			17	Estensione del polso con la mano chiusa										



Figura 2. Movimenti della mano divisi per esercizio:

- Esercizio A: 12 movimenti di base delle dita;
- Esercizio B: 8 configurazioni mano isometriche e isotoniche e 9 movimenti di base del polso;
- Esercizio C: 23 prese e movimenti funzionali con oggetti di uso quotidiano;
- Esercizio D: 9 esercizi di forza;
- Posizione di riposo.

menti che possono essere controllati con elevata accuratezza da ogni soggetto (movimenti altamente indipendenti) e per valutare l'effetto di parametri clinici sui risultati ottenuti. La procedura di classificazione utilizzata in tutti gli studi è relativamente standard per il settore e segue le linee guida di Englehart *et al.* [17]. L'analisi può essere suddivisa nelle seguenti fasi: 1) pre-elaborazione del segnale; 2) suddivisione del segnale in finestre temporali; 3) calcolo di specifiche proprietà del segnale (*signal features*, e.g. istogramma del segnale, radice quadratica media, caratteristiche temporali o di frequenza [9,16]; 4) classificazione del segnale tramite algoritmi di classificazione (e.g. tramite macchine a vettori di supporto, *k-nn*, *random forests* [9,16]. Quattro ripetizioni di ogni movimento [1,3,4,6] sono state utilizzate per allenare i sistemi di classificazione (*training set*), mentre le restanti due [2,5] sono state utilizzate per valutare le loro capacità di classificazione (*test set*). I risultati sono stati bilanciati in base al numero di ripetizioni di ogni movimento, in modo da evitare che posizioni ripetute più volte (come la posizione di riposo) potessero influenzare maggiormente i risultati. I movimenti altamente indipendenti sono definiti come un sottoinsieme di movimenti che possono essere classificati con una precisione superiore al 90% [16]. In questo modo, si riduce la complessità del compito ed è possibile dimostrare che per alcuni movimenti è possibile ottenere una precisione di classificazione molto elevata senza alcun allenamento da parte del soggetto. Questo valore fornisce un'idea intuitiva del numero di movimenti che potrebbero essere controllati da un soggetto amputato nella vita reale, e quindi delle conseguenze pratiche dell'analisi effettuata. Incrementando il tempo di allenamento del soggetto ci si aspetta che i risultati migliorino in modo significativo [18].

RISULTATI

Ninapro è attualmente il database del settore con il maggior numero di soggetti. Esso comprende i segnali elettromiografici di 78 soggetti (67 soggetti sani, 11 soggetti con amputazione trans-radiale) suddivisi in tre gruppi (Tabella 1). Il primo gruppo contiene acquisizioni di dati provenienti da 27 soggetti intatti (20 maschi, 7 femmine; 25 destrimani, 2 mancini; età media $28 \pm 3,4$ anni). Il secondo gruppo contiene acquisizioni di dati provenienti da 40 soggetti intatti (28 maschi, 12 femmine; 34 destrimani, 6 mancini; età media $29,9 \pm 3,9$ anni). Il terzo gruppo contiene acquisizioni di dati da parte di 11 soggetti con amputazione trans-radiale (11 maschi, 0 femmine; 10 destrimani, 1 mancino; età media $42,36 \pm 11,96$ anni). Il protocollo di acquisizione Ninapro è stato progettato in modo da essere facile da riprodurre, così da rendere facile l'acquisizione di nuovi dati da parte di altri gruppi di ricerca. Attualmente, il numero di dati nel database è in aumento grazie alla collaborazione con diversi gruppi di ricerca e alla realizzazione di nuovi progetti.

Ninapro è stato acquisito in base ai principi espressi nella Dichiarazione di Helsinki, è stato approvato dalla Commissione Etica dello stato del Vallese (Svizzera), e tutti i partecipanti hanno firmato un modulo di consenso informato.

Lo studio dei dati inclusi in Ninapro tramite tecniche di intelligenza artificiale ha portato a mostrare numerosi ed innovativi risultati [6,16]. In primo luogo, i soggetti amputati sono risultati in grado di riprodurre in media 6 movimenti della mano senza alcun tipo di allenamento e possono arrivare in alcuni casi a riprodurre fino a 11 [16]. Il numero di movimenti altamente indipendenti varia tra soggetti amputati, da un minimo di 2 ad un massimo di 11 movimenti.

Va notato che diversi sottoinsiemi di movimenti possono essere selezionati sulla base di altri parametri, quali l'utilità funzionale dei movimenti.

In secondo luogo, l'utilizzo di accelerometri e fonti di dati alternative può fortemente migliorare il riconoscimento dei movimenti in soggetti sani ed amputati. L'utilizzo di accelerometri permette di aumentare l'accuratezza del riconoscimento dei movimenti in di oltre il 60%. Inoltre, l'utilizzo dei soli dati provenienti dagli accelerometri permette di ottenere un'accuratezza di classificazione dei movimenti superiore al 70% (un risultato confrontabile con i migliori risultati basati su sEMG). Questi risultati mostrano come i dati Ninapro possano essere utilizzati per migliorare le protesi di mano robotiche, e possono anche offrire un riferimento per studi futuri [6].

La capacità dei soggetti amputati di controllare i muscoli residui della mano all'interno del moncone sembra dipendere da tre principali parametri clinici: la sensazione di arto fantasma, la percentuale di avambraccio rimanente ed il tempo trascorso dall'amputazione. Sia l'accuratezza media nel classificare i movimenti che il numero di movimenti indipendenti sono stati dimostrati aumentare all'aumentare della sensazione di arto fantasma ($p < 0.05$) [16]. La intensità della sensazione di arto fantasma sembra quindi influenzare la capacità di controllare i muscoli residui della mano all'interno del moncone. Queste informazioni possono aiutare a chiarire la natura della sindrome dell'arto fantasma, la cui natura non è ancora completamente chiara [19] e che è presente in oltre il 70% dei soggetti amputati [20]. L'accuratezza media nel classificare i movimenti aumenta all'aumentare della percentuale rimanente di avambraccio ($p < 0,1$ nel 67% dei casi analizzati) [16]. Il ri-

sultato sembra ragionevole considerato che la percentuale di muscoli rimanenti dipende strettamente dalla percentuale rimanente dell'avambraccio. Questo risultato può sembrare ovvio, ma contribuisce ad introdurre l'importanza di considerare i lembi muscolari come possibile fonte di dati per sensori elettromiografici. Sia l'accuratezza media nel classificare i movimenti che il numero di movimenti indipendenti aumentano all'aumentare del tempo trascorso dopo l'amputazione ($p < 0.05$) [16]. Questo dimostra che i soggetti sono ancora in grado di controllare i muscoli nonostante la riorganizzazione corticale che avviene dopo l'amputazione, in modo simile a quanto descritto per le vie somatosensoriali [21,22]. Questo risultato mostra inoltre come i soggetti amputati da molti anni possano essere in grado di ottenere vantaggi legati a protesi robotiche ad alta funzionalità. L'aumento dell'accuratezza potrebbe dipendere dalla reinnervazione naturale dei muscoli residui nell'avambraccio.

DISCUSSIONE

Le protesi mioelettriche di mano più moderne possono consentire a soggetti amputati di eseguire alcuni movimenti, tuttavia i metodi di controllo sono spesso poco naturali. Il database Ninapro è stato creato con lo scopo di migliorare questa situazione fornendo le risorse necessarie alla comunità scientifica operante nel settore della bio-robotica e della protesica. In questo articolo sono stati presentati il database Ninapro ed i risultati fino ad ora ottenuti tramite di esso.

Al momento della scrittura Ninapro è l'unico database pubblico di dati elettromiografici registrati durante movimenti della mano e contiene un numero di soggetti maggiore degli studi presentati fino ad ora in letteratura. I dati sono costituiti da misurazioni di

segnali (elettromiografici, cinetici e dinamici) registrate mentre i soggetti eseguivano movimenti dei muscoli della mano in condizioni controllate. I dati fino ad ora disponibili sono acquisiti da 67 soggetti intatti e 11 soggetti amputati che ripetono varie volte almeno 50 diversi movimenti della mano. L'analisi dei dati inclusi in Ninapro ha permesso di mostrare risultati innovativi per la protesica robotica (un settore in profondo e rapido sviluppo) e suggerisce interessanti sviluppi per le procedure chirurgiche di amputazione della mano. Alcuni soggetti amputati possono riprodurre fino a 11 movimenti della mano senza alcun allenamento precedente. Questo risultato mostra che per alcuni movimenti è possibile ottenere una accuratezza molto elevata tramite un opportuno allenamento del sistema di controllo piuttosto che del soggetto. Questa strategia potrebbe essere applicata in condizioni di vita reali per far sì che i soggetti amputati controllino una media di sei movimenti della protesi in modo naturale. Se necessario, un addestramento più lungo sia del paziente che del sistema dovrebbe migliorare ulteriormente i risultati. A conferma di questo, la maggior parte dei soggetti amputati ha riferito che alla fine della acquisizione percepivano una maggiore capacità di riprodurre i movimenti della mano.

L'utilizzo di altri sensori (come ad esempio accelerometri) insieme ai sensori elettromiografici può fortemente migliorare il riconoscimento dei movimenti in soggetti sani ed amputati. Questo fatto fornisce una linea guida per le future tecniche di controllo.

Diversi parametri clinici (tra cui la percentuale rimanente di avambraccio e l'intensità di sensazione di arto fantasma) sono legati alla capacità degli amputati di controllare i muscoli residui della mano. I soggetti con elevata sensazione di arto fantasma risulta-

no essere maggiormente in grado di controllare i muscoli residui della mano amputata rispetto ai soggetti con sensazione di arto fantasma poco evidente o nulla. Questo risultato può contribuire a migliorare la conoscenza della sindrome dell'arto fantasma, le cui origini non sono ancora completamente chiare. Le relazioni tra capacità di controllare i muscoli rimanenti della mano, la sensazione di arto fantasma, la percentuale rimanente di avambraccio e gli anni trascorsi dall'amputazione possono contribuire ad identificare delle linee guida chirurgiche per ottimizzare il controllo di protesi ad alta funzionalità. Le tecniche chirurgiche attuali potrebbero essere meglio integrate in futuro con protesi robotiche. L'integrazione con la protesi diventerebbe in questo modo il primo passo nel trattamento di un paziente con un braccio amputato, piuttosto che il passo finale. I risultati suggeriscono che i lembi muscolari verosimilmente potranno evolvere dall'essere una copertura tissutale finalizzata solo al sostegno della protesi, diventando invece una fonte altamente specifica e sofisticata di segnali elettromiografici per il controllo di protesi intelligenti della mano ("amputazione funzionale"). Tali procedure potrebbero essere efficaci come la TMR, pur essendo al contempo meno invasive, in particolare considerando l'effetto positivo del tempo sulle funzionalità muscolari. Un approccio di questo tipo potrebbe permettere ai pazienti di ottenere prestazioni migliori dalla protesi tramite un controllo più intuitivo di compiti complessi. Tale approccio potrebbe anche migliorare la situazione dei pazienti nei casi in cui ci siano limiti economici o di risorse riabilitative disponibili, permettendo un'assistenza riabilitativa adeguata dei pazienti anche nei casi in cui questa sia difficile (come ad esempio nei casi di fatica o dolore legati all'esercizio,

nei casi di scarsa partecipazione del paziente o nei casi di elevata presenza di dolore di arto fantasma).

È opportuno notare che il numero di soggetti inclusi in Ninapro è elevato in termini relativi rispetto agli altri studi del settore, ma non è elevato in senso assoluto. Per questo è opportuno che i risultati presentati siano discussi in studi futuri condotti su un numero maggiore di soggetti. Le implicazioni cliniche dei risultati presentati possono avere notevoli conseguenze in un prossimo futuro e hanno il potenziale di migliorare la qualità della vita e la prognosi dei pazienti, migliorando le capacità di riabilitazione offerte dalle moderne protesi.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare i volontari che hanno partecipato a questo progetto. Questo lavoro è stato in parte sostenuto dal progetto Fondo Nazionale Svizzero Sinergia #132700 NinaPro.

REFERENCES

- Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, Ephraim PL, Trivison TG, Brookmeyer R. Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil*. Elsevier; 2008;89(3):422–9.
- Atzori M, Müller H. Control Capabilities of Myoelectric Robotic Prostheses by Hand Amputees: A Scientific Research and Market Overview. *Front Syst Neurosci* [Internet]. 2015;9(162). Available at: http://www.frontiersin.org/systems_neuroscience/10.3389/fnsys.2015.00162/abstract
- Farina D, Jiang N, Rehbaum H, Holobar A, Graimann B, Dietl H, Aszmann OC. The extraction of neural information from the surface EMG for the control of upper-limb prostheses: emerging avenues and challenges. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2014 Jul;22(4):797-809.
- Atkins DJ, Heard DCY, Donovan WH. Epidemiologic overview of individuals with upper-limb loss and their reported research priorities. *J Prosthetics Orthot*. 1996;8(1):2–11.
- Peerdeman B, Boere D, Witteveen H, Huis in 't Veld RH, Hermens H, Stramigioli S, et al. Myoelectric forearm prostheses: state of the art from a user-centered perspective. *J Rehabil Res Dev*. 2011; 48(6):719–38.
- Atzori M, Gijsberts A, Müller H, Caputo B. Classification of hand movements in amputated subjects by sEMG and accelerometers. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. 2014. p. 63.
- Gijsberts A, Atzori M, Castellini C, Muller H, Caputo B. Movement error rate for evaluation of machine learning methods for sEMG-based hand movement classification. *IEEE Trans neural Syst Rehabil Eng*. 2014;22(4):735–44.
- Markovic M, Dosen S, Cipriani C, Popovic D, Farina D. Stereovision and augmented reality for closed-loop control of grasping in hand prostheses. *J Neural Eng*. 2014 Aug;11(4):046001.
- Atzori M, Gijsberts A, Castellini C, Caputo B, Hager A-GM, Elsig S, et al. Electromyography data for non-invasive naturally-controlled robotic hand prostheses. *Sci Data*. Nature Publishing Group; 2014;1:140053.
- Kuiken TA, Li G, Lock BA, Lipschutz RD, Miller LA, Stubblefield KA, Englehart K.. Targeted muscle reinnervation for real-time myoelectric control of multifunction artificial arms. *JAMA*. 2009 Feb 11; 301(6): 619–628.
- Aszmann OC, Roche AD, Salminger S, Paternostro-Sluga T, Hecceg M, Sturma A, et al. Bionic reconstruction to restore hand function after brachial plexus injury: a case series of three patients. *Lancet*. Elsevier; 2015;385(9983):2183–9.
- Raspopovic S, Capogrosso M, Petrini FM, Bonizzato M, Rigosa J, Di Pino G, et al.

- Restoring natural sensory feedback in real-time bidirectional hand prostheses. *Sci Transl Med.* 2014 Feb 5;6(222):222ra19.
13. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med.* 1996;29(6):602-8.
 14. Von Korff M, Ormel J, Keefe FJ, Dworkin SF. Grading the severity of chronic pain. *Pain.* 1992 Aug;50(2):133-49.
 15. Atzori M, Gijsberts A, Kuzborskij I, Elsig S, Mittaz Hager A-G, Deriaz O, et al. Characterization of a benchmark database for myoelectric movement classification. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, vol. 23, no. 1, jan 2015.
 16. Atzori M, Gijsberts A, Castellini C, Caputo B, Mittaz Hager A-G, Elsig S, et al. Effect of clinical parameters on the control of myoelectric robotic prosthetic hands. *J Rehabil Res Dev.* 2016;53(3):345-58.
 17. Englehart K, Hudgins B. A robust, real-time control scheme for multifunction myoelectric control. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2003 Jul; 50(7):848-54.
 18. Cipriani C, Antfolk C, Controzzi M, Lundborg G, Rosen B, Carrozza MC, et al. Online myoelectric control of a dexterous hand prosthesis by transradial amputees. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2011 Jun;19(3):260-70.
 19. Kooijman CM, Dijkstra PU, Geertzen JHB, Elzinga A, van der Schans CP. Phantom pain and phantom sensations in upper limb amputees: an epidemiological study. *Pain.* Elsevier; 2000 Jul;87(1):33-41.
 20. Sherman RA, Sherman CJ, Parker L. Chronic phantom and stump pain among American veterans: results of a survey. *Pain.* 1984 Jan;18(1):83-95.
 21. Schady W, Braune S, Watson S, Torebjörk HE, Schmidt R. Responsiveness of the somatosensory system after nerve injury and amputation in the human hand. *Ann Neurol.* 1994 Jul; 36(1):68-75.
 22. Schwenkreis P, Witscher K, Janssen F, Plegger B, Dertwinkel R, Zenz M, et al. Assessment of reorganization in the sensorimotor cortex after upper limb amputation. *Clin Neurophysiol.* 2001 Apr;112(4):627-35.

INDICAZIONI DIAGNOSTICO TERAPEUTICHE PER LE MALFORMAZIONI VASCOLARI DELL'ARTO SUPERIORE: VALUTAZIONE DELL'APPROPRIATEZZA TRA UN GRUPPO DI ESPERTI E ADOZIONE DI LINEE GUIDA MULTIDISCIPLINARI

*Luciana Marzella¹, Andrea Atzei², Franco Cannavò³, Marco Rosati⁴, Antonio Merello⁵,
Fabio Curini Galletti⁶, Dario Poretti⁷, Raul Mattassi⁸, Piero Di Giuseppe⁹, Lorenzo Garagnani¹⁰,
Emanuela Morenghi¹¹*

¹ U.O. Chirurgia della Mano, Humanitas Research Hospital, Rozzano (MI)

² Promano, Hand Surgery & Rehabilitation Team, Casa di Cura Giovanni XXIII, Monastier di Treviso (TV)

³ U.O. Chirurgia della Mano, Ospedali Riuniti Papardo Piemonte, Messina

⁴ Clinica Ortopedica, Università di Pisa, Pisa

⁵ Centro di Chirurgia della Mano, Ospedale Galliera, Genova

⁶ Chirurgia della Mano, Clinica Mater Dei, Roma

⁷ U.O. Radiologia, Sezione di Radiologia di Urgenza, Humanitas Research Hospital, Rozzano (MI)

⁸ Dipartimento di Chirurgia Vascolare, Centro per le Malformazioni Vascolari "Stefan Belov", Istituto Clinico Humanitas Mater Domini, Castellanza (VA)

⁹ U.O. Chirurgia Plastica e della Mano, A.O. Ospedale Civile di Legnano (MI) e Ospedale di Magenta (MI)

¹⁰ Department of Orthopaedics, Guy's and St Thomas' NHS Foundation Trust, London

¹¹ Dipartimento di Biostatistica, Humanitas Research Hospital, Rozzano (MI)

Referente:

Luciana Marzella – Humanitas Research Hospital – Via Manzoni 56, 20089 Rozzano (MI)

E-mail: luciana.marzella@humanitas.it

UPPER LIMB VASCULAR MALFORMATIONS GUIDELINES: CONSENSUS CONFERENCE IN AN EXPERT PANEL

SINTESI

Le malformazioni vascolari (MV) sono patologie complesse e multifattoriali per le quali diagnosi e trattamento richiedono spesso un approccio multidisciplinare in quanto possono interessare qualunque distretto corporeo. In occasione di un incontro sulle malformazioni vascolari dell'arto superiore del 27 marzo 2015 a Milano, è stato sottoposto ad un gruppo multidisciplinare di esperti, un questionario sul percorso clinico terapeutico di tali patologie. Il gruppo comprendeva 2 radiologi interventisti, 5 chirurghi della mano e 3 chirurghi vascolari. I risultati sono stati poi valutati seguendo il RAND/UCLA Appropriateness Method (RAM) (Tabella 1) e presentati in discussione

al termine dell'incontro in una sessione dedicata e moderata da membri della commissione linee guida della SICM. Al termine di tale valutazione si è delineato un percorso clinico terapeutico per il trattamento delle malformazioni vascolari dell'arto superiore.

Parole chiave: malformazioni vascolari, arto superiore, diagnosi, linee guida, angiogramma, arteriografia, malformazione artero-venosa (MAV), chirurgia della mano

SUMMARY

Vascular malformations (VM) are a complex and multifactorial pathology for which diagnosis and treatment often require a multidisciplinary approach as any part of the body may be involved. In occasion of a meeting on vascular malformations of the upper limb, Milan, March 2015, a questionnaire into the clinical-therapeutic course of these pathologies was presented to a multidisciplinary group of experts. The group was comprised of two interventional radiologists, five hand surgeons and three vascular surgeons. Results were assessed following the RAND/UCLA Appropriateness Method (RAM) and discussed at the end of the meeting in a dedicated session moderated by members of the SICM guideline commission. Following this assessment a clinical-therapeutic course was defined for the treatment of vascular malformations of the upper limb.

Keywords: vascular malformations, upper limb, diagnosis, guidelines, magnetic resonance angiogram MRA, arteriography, arteriovenous malformation (AVM), hand surgery.

INTRODUZIONE

Le malformazioni vascolari (MV) sono patologie congenite suddivise in numerose categorie [1,2,3] che possono essere sommariamente divise in lesioni arteriose, venose, capillari o combinazioni delle stesse e delle quali esistono diverse classificazioni. La prima risale al 1863, quando Rudolph Virchow divise gli angiomi in tre categorie: Angioma "Symplex", Angioma "Cavernosum", Angioma "Racemosus" [4]. Nel 1964 Malan e Pugliorisi proposero la divisione delle malformazioni vascolari in due grossi gruppi di malformazioni congenite, le Displasie (normali formazioni con deviazioni strutturali) e gli Amartomi (anomale proliferazioni di tessuti normalmente presenti in un determinato territorio) [1,2].

Occorreranno diversi anni per giungere alla prima vera classificazione delle malformazioni vascolari congenite sulla quale vi fosse un certo grado di accordo, la Classificazione di Mulliken del 1982 [5].

Questa classificazione ha rappresentato la base per l'elaborazione di tutte le classificazioni successive: la classificazione di Amburgo del 1988 [6], poi modificata nel 1993 [19]; e la classificazione ISSVA (International Society for the Study of Vascular Anomalies) del 1996 [20], modificata ulteriormente nel 2014 [21].

Genericamente sulla base di uno studio angiografico, si distinguono malformazioni vascolari ad alto e basso flusso in base alla presenza o meno in un asse arterioso emodinamicamente significativa [14].

L'esistenza di tante classificazioni, non universalmente accettate e condivise, dimostra chiaramente come le malformazioni vascolari siano un argomento complesso per il quale occorre un approccio multifattoriale che non può prescindere dalla sede in cui sono localizzate.

Le MV sono patologie rare che possono interessare tutte le aree del corpo con un coinvolgimento dell'arto superiore tra il 30% ed il 60% [3,7,8].

Il 50% delle lesioni viene diagnosticato entro i primi 2 anni di età, ma molto frequentemente, per le forme minori, pur essendo presenti dalla nascita, il rilievo può avvenire in adolescenza o età adulta in occasione di un trauma o di una alterazione ormonale che ne hanno stimolato la proliferazione cellulare, rendendole così evidenti [1,2,9]. Sintomi più comuni sono dolore, tumefazione, spesso di colorito rosso bruno e di consistenza tesa elastica, presenza di polsi distali, ulcerazioni, ischemia, crescita asimmetrica della massa, rumori, fruscii, discolorazioni cutanee, disestesie, rigidità articolari [1,10]. Nella mano, le MV hanno una manifestazione clinica peculiare.

La mano infatti è costituita da diverse strutture, in stretto rapporto, che si influenzano a vicenda (vasi, nervi, muscoli, tendini, ossa, cute) ed una MV può coinvolgere ciascuna di queste strutture singolarmente o contemporaneamente [11]. Spesso tali malformazioni hanno un'estensione atipica [12] all'interno della mano, giustificando una maggiore complessità diagnostica. Il trattamento non può prescindere dal considerare la mano come una sede "particolare", pertanto deve seguire le regole basilari della chirurgia della mano, come il rispetto delle linee di incisione cutanea, delle strutture nervose, e necessita di opportuna conoscenza delle tecniche ricostruttive per il

ripristino funzionale muscolo-tendineo o osteo-articolare delle strutture compromesse in modo massivo [11].

Le opzioni di trattamento delle MV includono l'eradicazione chirurgica, la legatura dell'arteria ed il drenaggio delle vene satelliti, l'escissione chirurgica della fistola con arteriografia, le embolizzazioni selettive o totali, l'alcolizzazione, l'utilizzo associato di calcio agonisti o antagonisti (propranololo), le resezioni di raggio o amputazioni. Una particolare forma di malformazione vascolare è rappresentata dal Tumore Glomico, un amartoma costituito da iperproliferazione di cellule dell'apparato glomico [15] che normalmente ha una funzione di termoregolazione e che è composto da shunt artero-venosi le cui strutture vascolari sono fittamente innervate da fibre amieliniche e da un sistema propriamente deputato alla termoregolazione, chiamato canale di Suquet-Hoyer. Nella mano la sede più frequente è retroungueale [16,17,18], ma può presentarsi anche in sedi atipiche.

I pazienti affetti da tumore glomico presentano una ipersensibilità al freddo, un dolore parossistico violentissimo al tatto, al semplice sfioramento.

La diagnosi è clinica ed è basata sull'evozione del dolore con test di stimolazione con ghiaccio o spray di cloruro di etile.

È possibile evidenziare un'immagine nera ben delimitata alla MRI in T2 [15,16,17].

Il trattamento consiste nell'eradicazione chirurgica che però presenta un tasso di ricorrenza maggiore del 20% [16,17,18].

MATERIALI E METODI

Allo scopo di poter delineare un percorso diagnostico terapeutico per il trattamento delle MV dell'arto superiore, è stata condotta una ricerca Medline (PubMed) con le seguenti parole chiave: malformazioni va-

scolari arto superiore, diagnosi, linee guida, angioRMN, arteriografia, MAV e chirurgia della mano. Dagli studi valutati è stato formulato un questionario da somministrare ad un gruppo di esperti del settore, in cui ogni domanda fosse formulata in modo da consentirne una valutazione di appropriatezza secondo il sistema RAND/UCLA Appropriateness Method (RAM) [13].

La scala di valutazione dell'appropriatezza si basa su un punteggio variabile da 1 a 9, suddiviso in 3 categorie (Tabella 1), dove:

- da 1 a 3 - la valutazione è raramente appropriata;
- da 4 a 6 - la valutazione potrebbe essere appropriata quindi la decisione è ragionevole, ma, sulla base dei dati clinici, potrebbero essere prese altre decisioni;
- da 7 a 9 - la valutazione è appropriata quindi la decisione è ragionevole, alta-

mente condivisibile e comporterà verosimilmente i migliori effetti sul paziente.

Il questionario (Allegato 1) presentava 36 domande di cui una, la domanda numero 28, è stata ritenuta non congrua da tutto il gruppo degli esperti. Le 35 domande risultanti comprendevano un totale di 41 items. Il questionario è stato sottoposto a due turnate di voto e i valori finali sono stati calcolati usando la media dei voti rilevati. Il numero dei membri votanti era 10.

I risultati delle valutazioni raggiunte dal gruppo di esperti sono state discusse in una riunione di consenso, durante l'incontro "Malformazioni Vascolari dell'arto superiore", tenutosi a Milano il 27 marzo 2015, a cui hanno preso parte: chirurghi della mano, ortopedici, chirurghi plastici, chirurghi vascolari, angiologi, radiologi, angiologi, etc.

Tabella 1. Il sistema RAND/UCLA Appropriateness Method (RAM).

Raramente appropriata			Probabilmente appropriata			Appropriata		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>Manca un sicuro vantaggio nel rapporto benefici/rischi. Raramente risulta una decisione clinica efficace per il paziente: può essere accettata in casi eccezionali che necessitano di adeguata documentazione clinica di supporto.</p> <p>La decisione clinica non è considerata ragionevole, ne è generalmente accettata.</p>			<p>La decisione clinica può essere considerata ragionevole e può essere accettata. Esiste incertezza e maggiori studi e/o maggiore informazione del paziente sono rischiesti per ulteriore classificazione della decisione.</p>			<p>La decisione clinica è ragionevole e generalmente accettata. Prevedibilmente comporta beneficio per il paziente.</p>		

Allegato 1. Questionario per gli esperti Linee Guida alle malformazioni vascolari dell'arto superiore

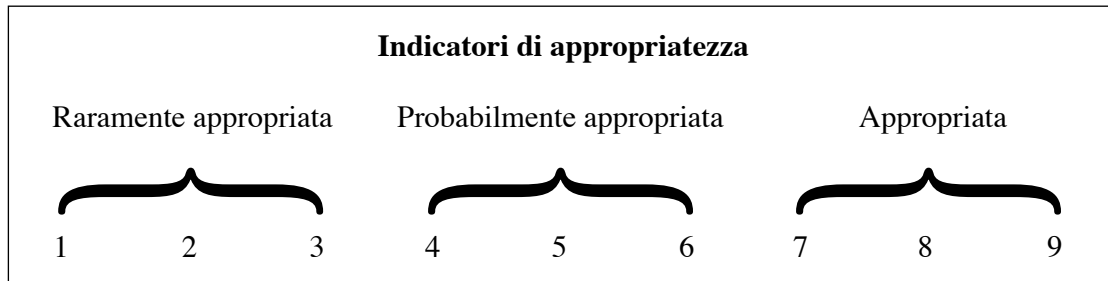


Figura 1. Indicatori di appropriatezza:

- da 1 a 3 la valutazione è raramente appropriata;
- da 4 a 6 la valutazione potrebbe essere appropriata, quindi la decisione è ragionevole ma, sulla base dei dati clinici, potrebbero essere prese altre decisioni;
- da 7 a 9 la valutazione è appropriata, quindi la decisione è ragionevole, altamente condivisibile e comporterà verosimilmente i migliori effetti sul paziente.

DOMANDE AGLI ESPERTI

- 1) Ai fini di una corretta scelta di trattamento ritiene appropriata:
 - a) la Classificazione di Amburgo modificata nel 1993?
Range risposta: 1-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
 - b) la Classificazione ISVA del 1996?
Range risposta: 5-8
Giudizio finale: appropriata
 - c) la Classificazione ISVA del 2014?
Range risposta: 4-9
Giudizio finale: appropriata
- 2) Il termine “MAV” deve intendersi come “malformazione vascolare artero-venosa” e non come malformazione venosa:
Range risposta: 8-9
Giudizio finale: appropriata
- 3) Di fronte ad un paziente con una tumefazione sottocutanea o un’alterazione della cute che clinicamente suggeriscono la presenza di una anomalia vascolare, ritiene appropriato ricorrere all’esame ecocolordoppler come esame di prima scelta?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale: appropriata
- 4) Ritiene appropriato richiedere l’angiografia quando l’esame ecocolordoppler dimostra la presenza di una malformazione artero-venosa?
Range risposta: 1-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 5) Ritiene che l’esame clinico e l’ecocolordoppler rappresentino le indagini di primo livello valide per tutte le malformazioni vascolari degli arti?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale: appropriata

- 6) È utile l'angiografia come primo esame in una malformazione vascolare della mano?
Range risposta: 1-5
Giudizio finale: non appropriata
- 7) È utile la TC come primo esame in una malformazione vascolare della mano?
Range risposta: 1-5
Giudizio finale: non appropriata
- 8) È utile il dosaggio del D-dimero e del Fibrinogeno (entrambi insieme) nelle malformazioni vascolari venose diffuse?
Range risposta: 4-9
Giudizio finale: appropriata
- 9) Ritieni appropriato richiedere una RX standard comparativa delle mani in un paziente che all'ecocolordoppler presenta una malformazione vascolare?
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 10) Ritieni appropriato richiedere una RMN per un paziente con una malformazione vascolare che all'ecocolordoppler risponde alle caratteristiche di una malformazione vascolare venosa o linfatica?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: appropriata
- 11) Ritieni che lo studio morfologico e dei vasi afferenti ed efferenti delle malformazioni artero-venose necessiti sempre di angio-RMN
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 12) Ritieni che lo studio morfologico dei vasi afferenti ed efferenti delle MAV con coinvolgimento osseo necessiti sempre di angioTC?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 13) Ritieni l'angiografia un valido esame complementare utile per definire:
- la sede delle MAV?
Range risposta: 1-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- l'estensione della MAV?
Range risposta: 1-7
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- la sede delle malformazioni venose?
Range risposta: 1-7
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- la diagnosi differenziale tra MAV e malformazioni venose?
Range risposta: 1-6
Giudizio finale: non appropriata
- 14) Ritieni appropriato richiedere una RMN per un paziente che all'ecocolordoppler presenta una malformazione vascolare con caratteristiche di malformazione venosa o linfatica?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale : appropriata

- 15) Ritieni appropriato richiedere una TAC 3D per una malformazione artero-venosa?
Range risposta: 2-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 16) Ritieni che il sospetto clinico basato sui dati anamnestici, l'esame obiettivo e la valutazione RMN rappresentino le modalità di scelta per la diagnosi del tumore glomico dell'arto superiore?
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 17) Ritieni l'esame clinico e l'ecodoppler l'approccio diagnostico di scelta per le malformazioni linfatiche?
Range risposta: 4-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 18) Ritieni appropriato implementare la diagnosi delle malformazioni linfatiche con studio RMN?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale: appropriata
- 19) Ritieni appropriato richiedere la scintigrafia in caso di malformazione con aree silenti o sospetto clinico di malformazione vascolare?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 20) Ritieni appropriato il trattamento sclerosante con schiume per il trattamento delle malformazioni vascolari venose della mano?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 21) Ritieni appropriato il trattamento sclerosante nelle malformazioni venose infiltranti dei muscoli del braccio e dell'avambraccio?
Range risposta: 4-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 22) Ritieni appropriata l'alcolizzazione per occludere malformazioni vascolari della mano?
Range risposta: 2-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 23) Ritieni appropriato l'uso di embolizzazione di fistole artero-venose della mano e delle dita?
Range risposta: 2-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 24) Ritieni appropriato il ricorso ad interventi chirurgici per il trattamento delle malformazioni vascolari della mano e delle dita?
Range risposta: 8-9
Giudizio finale: appropriata
- 25) Ritieni che nel trattamento delle malformazioni capillari l'indicazione chirurgica sia limitata alle sole forme iperplastiche?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale: appropriata
- 26) Ritieni che nel trattamento delle MAV il trattamento chirurgico isolato sia limitato alle sole forme circoscritte?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata

- 27) Ritieni che nel trattamento delle MAV estese sia appropriato ricorrere al trattamento combinato mediante embolizzazione ed escissione chirurgica?
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 28) Ritieni che nei casi in cui l'embolizzazione arteriosa non sia indicata o eseguibile, la scleroterapia venosa sia appropriata o presenti controindicazioni? Domanda eliminata dal questionario in sede di discussione.
- 29) Ritieni che nei casi in cui l'embolizzazione arteriosa non sia eseguibile, la chirurgia delle MAV abbia un ruolo?
Range risposta: 2-9
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 30) Ritieni che la scleroterapia venosa delle MAV presenti controindicazioni significative?
Range risposta: 1-8
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata
- 31) Ritieni che la scleroterapia, la laserterapia ed il trattamento chirurgico, soli o combinati, rappresentino l'approccio di scelta per il trattamento delle malformazioni venose degli arti?
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 32) Ritieni che l'elasto-compressione degli emangiomi degli arti durante la fase proliferativa rappresenti un valido ausilio terapeutico?
Range risposta: 1-9
Giudizio finale: non appropriata
- 33) Ritieni che il ruolo della chirurgia negli emangiomi degli arti sia limitato alle forme giganti e/o a motivazioni di natura estetica?
Range risposta: 5-9
Giudizio finale: appropriata
- 34) Ritieni che l'escissione chirurgica rappresenti il trattamento di scelta per il tumore glomico degli arti?
Range risposta: 7-9
Giudizio finale: appropriata
- 35) Ritieni che il trattamento conservativo (presidi/indumenti elasto-compressivi, bendaggio, linfodrenaggio) rappresenti l'approccio di scelta nelle malformazioni linfatiche tronculari degli arti?
Range risposta: 5-8
Giudizio finale: appropriata
- 36) Ritieni che la chirurgia delle malformazioni linfatiche degli arti abbia un ruolo significativo?
Range risposta: 5-7
Giudizio finale: potrebbe essere appropriata

RISULTATI

9 membri su 10 hanno risposto in maniera completa al questionario. La definizione di Accordo/Disaccordo per i punteggi di appropriatezza è data dalla mediana ottenuta (Tabella 2,3).

Sulla base dei risultati raccolti sono risultate "appropriate" le seguenti decisioni cliniche:

- utilizzare la classificazione delle malformazioni vascolari ISSVA del 1996 allo stesso modo della classificazione ISSVA del 2014;
- il termine MAV deve intendersi come malformazione artero-venosa e non come malformazione vascolare;

Tabella 2. Mediana ottenuta dalle risposte ai questionari.

	Disaccordo	Accordo
Numero di esperti votanti	Numero di voti in ciascuna delle categorie estreme (1-3 e 7-9)	Numero di voti al di fuori della categoria in cui cade la mediana
10	70 (1-3)	120
	221 (7-9)	

Tabella 3. Definizione di accordo/disaccordo.

Numero di esperti votanti	Accordo su categoria 1-3	Accordo su categoria 4-6	Accordo su categoria 7-9	Disaccordo
10	2	1	17	21

- c. l'esame ecocolordoppler rappresenta l'esame di prima scelta in caso di tumefazione sospetta per MV;
- d. l'esame ecocolordoppler rappresenta l'indagine di primo livello per tutti i tipi di MV dell'arto superiore;
- e. è utile eseguire il dosaggio del D-dimero nel caso di MV diffusa;
- f. richiedere una RX standard mani bilaterale nel caso di MV rilevata all'esame ecocolordoppler ad una delle due mani;
- g. richiedere una RMN nel caso di una MV che all'esame ecocolordoppler presenti caratteristiche di MV venosa o linfatica;
- h. eseguire una angioRMN per lo studio delle MAV
- i. richiedere una RMN per una MV che allo studio ecocolordoppler presenti caratteristiche di malformazione venosa o linfatica;
- j. il sospetto clinico basato sui dati anamnestici e la valutazione clinica, integrato dallo studio RMN rappresentano le modalità diagnostiche di scelta per il tumore glomico dell'arto superiore;
- k. implementare la diagnosi delle MV con studio RMN;
- l. eseguire interventi chirurgici per MV della mano e delle dita;
- m. nel trattamento delle lesioni capillari eseguire interventi chirurgici nelle sole forme iperplastiche;
- n. eseguire trattamento combinato embolizzazione-asportazione chirurgica nelle MAV;
- o. scleroterapia, laserterapia ed escissione chirurgica, soli o combinati, rappresentano il trattamento di scelta nelle MV dell'arto superiore;
- p. il ruolo della chirurgia negli emangiomi è limitato alle sole forme giganti e/o alle motivazioni di natura estetica;
- q. l'escissione chirurgica rappresenta il trattamento di scelta per il tumore glomico degli arti;
- r. il trattamento conservativo (presidi/indumenti elasto-compressivi, bendag-

gio, linfodrenaggio) rappresenta l'approccio di scelta nelle malformazioni linfatiche troncolari degli arti.

Sono risultate “*probabilmente appropriate*” le seguenti decisioni cliniche:

- a. la classificazione di Amburgo delle MV modificata nel 1993;
- b. richiedere una angiografia quando l'esame ecocolordoppler mostra sospetto di malformazione artero-venosa;
- c. lo studio di una MAV con coinvolgimento osseo richiede una angioTAC;
- d. l'angioscintigrafia potrebbe essere di aiuto per definire sede ed estensione delle MAV e delle malformazioni venose;
- e. richiedere una TAC 3D potrebbe essere appropriato nello studio delle MAV;
- f. l'esame ecocolordoppler potrebbe essere l'approccio di prima scelta nello studio della malformazioni linfatiche;
- g. richiedere una linfoscintigrafia in caso di ecocolordoppler con aree silenti o sospetto di malformazione vascolare linfatica;
- h. eseguire trattamento sclerosante con schiume nelle MV venose della mano e delle dita;
- i. eseguire trattamento sclerosante con schiume, nel trattamento delle MV venose, infiltranti i muscoli del braccio e dell'avambraccio;
- j. eseguire l'alcoolizzazione per occludere le MV della mano;
- k. eseguire la embolizzazione di fistole artero-venose della mano e delle dita;
- l. il trattamento chirurgico delle MAV è limitato alle sole forme circoscritte;
- m. nei casi in cui l'embolizzazione per le MAV non sia possibile vi è un ruolo per la chirurgia;
- n. la scleroterapia venosa nelle MAV presenta controindicazioni significative;
- o. la chirurgia delle malformazioni vascolari linfatiche ha un ruolo significativo.

Sono risultate “*raramente appropriate*” le seguenti decisioni cliniche:

- a. eseguire l'angiografia come primo esame nelle MV;
- b. eseguire la TAC come primo esame nelle MV;
- c. eseguire l'angiografia per diagnosi differenziale tra MAV e MV venose;
- d. eseguire l'elasto-compressione degli emangiomi degli arti durante la fase evolutiva.

La domanda numero 28 (“Ritiene che nei casi in cui l'embolizzazione arteriosa delle MAV non sia indicata o eseguibile, la scleroterapia venosa sia appropriata o presenti controindicazioni?”) è stata ritenuta dall'intero gruppo di partecipanti al questionario non idonea, pertanto è stata cancellata in sede di discussione.

DISCUSSIONE

Dalla valutazione dei risultati del questionario e dalla discussione con gli esperti in presenza di membri della commissione Linee Guida della SICM è emerso un certo grado di accordo nel percorso diagnostico terapeutico della MV dell'arto superiore. In caso di rilievo di una tumefazione di consistenza teso elastica che all'esame ecografico mostri una consistente componente vascolare, vi è indicazione ad eseguire l'esame angioRMN per distinguere tra lesioni ad “alto” e “basso” flusso. Qualora tale esame mostrasse il sospetto di una malformazione vascolare a basso flusso, le opzioni terapeutiche attualmente disponibili sono tutte valide (alcoholizzazione, scleroembolizzazione, laserterapia, resezione chirurgica, etc.). Nel caso di rilievo di malforma-

zione vascolare ad alto flusso, è indicato eseguire una arteriografia, diagnostica per studiare bene l'asse vascolare arterioso e anche terapeutica attraverso l'embolizzazione della malformazione. Quest'ultima può essere in alcuni casi un atto definitivo, in altri permette di ridurre la massa che può essere così asportata chirurgicamente. Non è appropriato ricorrere come primo esame all'angiografia in quanto esame invasivo e peraltro costoso, nè eseguire una angiografia se la malformazione vascolare è puramente venosa o linfatica. In questi casi un semplice ecocolordoppler può invece essere sufficiente, esame non invasivo, poco costoso e molto affidabile.

Per quanto riguarda il tumore glomico, la diagnosi si basa sull'integrazione di dati anamnestici e clinici con eventuale riscontro RMN ed il trattamento è la escissione chirurgica con un elevato tasso di recidiva. Le malformazioni vascolari dell'arto superiore richiedono un approccio attento con uno staging preciso e multidisciplinare affinché ad una corretta diagnosi corrisponda un corretto trattamento che, in molti casi, può comunque non essere definitivo.

BIBLIOGRAFIA

1. Malan E, Pugliorisi A: Congenital angiodysplasias of the extremities. I. Generalities and classification; venous dysplasias. *J Cardiovascular Surg, Torino* 5:87-130,1964.
2. Malan E, Pugliorisi A: Congenital angiodysplasias of the extremities. II. Arterial, arterial and venous, and haemolymphatic dysplasias. *J Cardiovascular Surg* 6:255-345,1965.
3. Szilagyi DE, Smith RF, Elliott JP et al: Congenital arteriovenous anomalies of the limbs. *Arch Surg* 111:423-429,1976.
4. Virchow R Angiome: In *Die Krankhaften Gerschulste*. 1863 Hirschwald, Berlin.
5. Mulliken J, Glowacky J: Hemangiomas and vascular malformations in infants and children. A classification based on endothelial characteristics. *Plast Reconstruct Surg* 69: 412-422, 1982.
6. Belov S, Loose DA, Weber J: *Vascular Malformations*. Einhorn Presse, Reinbek p.29, 1989.
7. Gomes AS, Busuttill RW et al: Congenital arteriovenous malformations. The role of transcatheter arterial embolization. *Arch Surg* 118:817-825, 1983.
8. Gomes MMR, Bernatz PE: Arteriovenous fistulas: a review and ten-year experience at the Mayo Clinic. *Mayo Clin Proc* 45:81-102, 1970.
9. *Green's Operative Hand Surgery*, volume Two 2236-2239, sixth edition Elsevier, Philadelphia 2011.
10. Coursley G, Ivins JC, Barker NW: Congenital arteriovenous fistulas in extremities. *Angiology* 7:201-217, 1956.
11. Di Giuseppe P: Surgical treatment of vascular malformation in the hand. In: *Hemangiomas and Vascular Malformation*, Italia 2009 p. 287-292.
12. Mattassi R: Differential diagnosis in congenital vascular-bone syndromes.
13. Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD et al. *The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual*. Santa Monica, CA: RAND Corporation; 2001.
14. Cabbade EB: Xerography as an aid in planning resection of vascular malformation of the upper extremities *J Hand Surg [Am]* 10:670-674, 1985.
15. Matloub HS: Glomus tumor imaging: use of MRI for localization of occult lesions. *J Hand Surg [Am]* 17:472-475, 1992.
16. Ahmad Khan RD: Glomus tumours: outcome based on tumour location in the hand, *J Pak Med Assoc Nov* 65(11 suppl 3):S3-7, 2015.
17. Lee W, Kwon SB, Cho SH, Kwon C: Glomus Tumor of the hand. *Arch Plast Surg May* 42(3):295-301, 2015.
18. Jalan D, Elhence A *BMJ case report* Jan 4, 2016.

LA POLLICIZZAZIONE DEL SECONDO DITO NELLE DEFORMITÀ CONGENITE DELLA MANO PRESSO L'IRCCS ISTITUTO GIANNINA GASLINI DI GENOVA

*Alessandra Galuppi**, *Nunzio Catena***, *Lamberto Felli**, *Filippo Maria Senes***

* *Clinica Ortopedica IRCCS Azienda Ospedaliera Universitaria San Martino IST, Genova*

** *UOSD Chirurgia ricostruttiva e della mano IRCCS Istituto Giannina Gaslini, Genova*

Referente:

Alessandra Galuppi – Piazza di Sarzano, 6 C/9 – 16128 Genova – Tel.: 3920693267 – Email: agaluppi@hotmail.it

THE POLLICIZATION OF THE INDEX FINGER IN CONGENITAL DEFORMITY OF THE HAND

SINTESI

INTRODUZIONE: L'intervento di pollicizzazione del secondo dito è una procedura chirurgica che viene impiegata nei casi di aplasia o ipoplasia severa del primo raggio. Nonostante varie tecniche siano state descritte negli anni, l'intervento proposto da Buck Gramcko [1] è quello che ha rivoluzionato l'approccio alla malformazione. Tale tecnica consiste nell'esecuzione di un'osteotomia del secondo metacarpo con rotazione dello stesso a creare un neopollice, associando eventuali trasfer tendinei. Pur avendo nel tempo subito alcune modifiche, rappresenta ancora oggi la base delle tecniche chirurgiche per la correzione dei gravi difetti del pollice.

L'obiettivo dello studio è quello di confermarne la persistente validità, considerando vantaggi e svantaggi della tecnica.

MATERIALI E METODI: Dal 2000 al 2016 presso l'Istituto Giannina Gaslini di Genova, sono stati eseguiti 29 interventi di pollicizzazione, in un totale di 25 pazienti. Nel 25% dei casi il quadro malformativo coinvolgeva il solo primo raggio, mentre nel restante 75% dei casi i pazienti manifestavano un quadro polimaformativo, in cui anche l'avambraccio risultava compromesso. Si trattava di 11 maschi e 14 femmine, di una età compresa tra 1 e 9 anni, con una età media all'intervento di 4,4 anni. In 10 casi l'intervento è stato eseguito per correggere quadri di mano torta radiale; i restanti 19 casi manifestavano vari gradi di ipoplasia di pollice.

I pazienti sono stati valutati mediante sondaggio telefonico con un follow-up medio di 6,8 anni.

Tutti gli interventi chirurgici sono stati eseguiti dalla stessa équipe chirurgica e la tecnica utilizzata è stata quella descritta da Buck Gramcko.

RISULTATI: Tutti i pazienti sono stati sottoposti a questionario di valutazione dal quale si sono potuti ricavare dati riguardanti il raggiungimento di funzioni manuali e l'obiet-

tivo del trattamento chirurgico. I risultati estetici sono stati valutati tramite raccolta fotografica inviata telematicamente dalle famiglie dei piccoli pazienti e dalla soddisfazione espressa dai genitori. È stata valutata l'opposizione del pollice, la stabilità della metacarpofalangea, l'utilizzo attivo del nuovo pollice (pinza) e l'aspetto estetico. I risultati sono stati tanto più soddisfacenti quanto più precoce è stato l'intervento chirurgico, anche se in molti casi la pollicizzazione è stata ritardata per la necessità di altre procedure prioritarie.

A differenza dei quadri malformativi isolati, i casi di mano torta radiale hanno richiesto pressoché costantemente tempi chirurgici accessori e adattamenti della tecnica originale. In nessun caso abbiamo registrato complicanze precoci.

CONCLUSIONI: Alla luce dei risultati raccolti, possiamo concludere che l'intervento di Pollicizzazione, secondo la tecnica di Buck Gramcko, rappresenta tutt'oggi la scelta chirurgica di riferimento poiché dona risultati soddisfacenti sia sul piano funzionale che sul piano estetico.

Parole chiave: pollicizzazione, deformità congenite della mano, aplasia di pollice, ipoplasia di pollice, ricostruzione del pollice

SUMMARY

INTRODUCTION: Several techniques to correcting the cases of aplasia of the thumb or hypoplastic thumb are described in medical literature, however, the pollicization of the index finger proposed by Buck Gramcko is still the best approach to the deformity. The technique consists in shortening and rotating the second metacarpal bone in order to create a new thumb. Tendon and intrinsic muscle transfers are also included.

The study aims at confirming the persistent validity of this procedure, taking into account the advantages and disadvantages of the technique.

MATERIALS E METHODS: From 2000 to 2016, 25 patients underwent pollicization of the index finger at the Gaslini Institute of Genoa. The procedure was performed in 29 hands. The sample included 11 males and 14 females, aged between 1 and 9 years, with a mean age of 4.4 years. Various degrees of thumb hypoplasia were detected in 19 cases, while we observed 10 cases of radial club hand, which required surgical correction as well.

A telephone survey was performed to evaluate the patients. The average follow-up was 6.8 years.

All the operations were performed by the same surgical team, applying in every cases the Buck Gramcko technique.

RESULTS: All patients were evaluated with a questionnaire, from which it was possible to obtain data concerning the attainment of manual functions as a goal of surgical treatment. The aesthetic results were evaluated by means of pictures sent to us by families and also by satisfaction expressed by parents. The opposition of the thumb, the stability of the metacarpo-phalangeal joint, the active use of the new thumb (pinch) and the aesthetic appearance were recorded.

The earlier was the timing of the operation the better were the results, despite the fact that in many cases the surgery was delayed for other surgical procedures, due to other additional problems.

Unlike isolated malformation, patients presenting with radial club hands required almost constantly a variation of Buck Gramko's technique and some additional procedures.

CONCLUSIONS: Analyzing collected data, we can conclude that the pollicization procedure described by Buck Gramcko, is still the best surgical technique because of functional and aesthetical results.

Keywords: pollicization, congenital hand deformity, thumb aplasia, hypoplastic thumb, reconstruction of the thumb

INTRODUZIONE

La Pollicizzazione del secondo dito trova applicazione nelle condizioni di ipoplasia severa o agenesia di pollice.

Queste condizioni possono manifestarsi isolatamente oppure inserirsi in quadri polimalformativi. Frequentemente l'interessamento dell'arto superiore è più globale e ad essere coinvolto non è il solo pollice ma anche le strutture più prossimali, quali avambraccio o l'arto superiore in toto.

Per correggere il difetto a carico del primo raggio Buck Gramko, nel 1971, pubblicò in lingua inglese un articolo descrivendo l'intervento, tutt'oggi utilizzato, di Pollicizzazione del secondo dito[1,2]. Nonostante le modifiche proposte negli anni successivi[3], la tecnica esposta da Buck Gramko rimane quella di riferimento.

Scopo del lavoro è la validazione della tecnica di Pollicizzazione secondo Buck Gramko presentando la nostra casistica.

MATERIALI E METODI

Dal Gennaio 2000 al Gennaio 2016, presso l'Istituto Giannina Gaslini di Genova, sono stati eseguiti 29 interventi di pollicizzazione, su un totale di 25 pazienti.

Si trattava di 11 maschi e 14 femmine, di una età compresa tra 1 e 9 anni, con una età media all'intervento di 4,4 anni.

In 20 casi era in causa una agenesia di pollice, che in 16 casi rientrava in un quadro di mano torta radiale e in 4 casi di agenesia isolata. Nei restanti 9 casi l'intervento è stato eseguito su vari gradi di ipoplasia di pollice: 2 casi di grado 4 di Blauth e 1 caso di grado 3B (Tabella 1).

I pazienti sono stati valutati mediante sondaggio telefonico con un follow-up medio di 6,8 anni.

Il questionario telefonico ha posto le basi per valutare i risultati funzionali ottenuti. Per quanto riguarda i risultati estetici del trattamento chirurgico abbiamo invece chiesto ai genitori di esprimere il grado di soddisfazione del risultato ottenuto, analizzando le fotografie inviate per studiare la posizione del neopollice sulla mano.

Tutti gli interventi chirurgici sono stati eseguiti dalla stessa équipe chirurgica e la tecnica utilizzata è stata quella descritta da Buck Gramcko. L'incisione utilizzata è documentata nelle Figure 1,2,3,4,5,6, secondo la tecnica tradizionale. Inizialmente si allestisce un lembo dorsale facendo attenzione a preservare il plesso venoso dorsale che frequentemente è poco rappresentato; si procede quindi allestendo il lembo volante, all'isolamento del peduncolo neurovascolare, ad esposizione e separazione del primo interosseo dorsale e del primo inte-

Tabella 1. Classificazione di Blauth modificata da Manske [4].

Type I	Il pollice presenta dimensioni diminuite
Type II	Restringimento della prima commissura, muscolatura ipotenare ipoplasica, instabilità dell'articolazione metacarpo falangea.
Type III	Caratteristiche del Type II con associazione di: IIIA: anomalie della muscolatura estrinseca, ipoplasia del metacarpo IIIB: anomalie della muscolatura estrinseca, parziale aplasia del metacarpo, instabilità dell'articolazione trapeziometacarpale
Type IV	Pollice ballante con sola connessione di tessuti molli alla mano
Type V	Agenesia del Pollice

**Figura 1.** Mano tetradattile congenita per agenesia del pollice.**Figura 2.** La visione palmare dimostra l'agenesia dell'eminenza Thenar.**Figura 3.** Schema dell'incisione dorsale a "V".**Figura 4.** Veduta palmare dell'incisione curvilinea.



Figura 5. La figura mostra il secondo dito abbassato e derotato, diventato il neopollice.



Figura 6. È fondamentale porre il dito nella massima opposizione per il miglior risultato funzionale, avendo ricollocato correttamente l'apparato tendineo e la muscolatura intrinseca.

rosseo volare che vengono assicurati con punto di sutura in modo da reinserirli in un secondo momento. Si procede quindi con isolamento dell'apparato estensore. Il tendine estensore proprio dell'indice viene sezionato prossimalmente, mentre il tendine estensore comune viene lasciato in sede e diverrà il neo tendine abducente lungo del pollice. Quindi si procede con sezione del legamento intermetacarpale tra secondo dito e terzo dito. Il dito indice appare ora

mobile. Si esegue poi l'ostetomia di metacarpo a livello epifisario, la testa viene ruotata di 90° , pronata di 150° e abdotta di 50° e quindi fissata con due fili di Kirschner. Si procede quindi a ritensionamento tendineo con sutura dei tendini flessori alle bandellette laterali, precedentemente allestite alla interfalangea prossimale, in corretta tensione, ed infine ad apertura della puleggia A1 per facilitare lo scorrimento dei tendini. A conclusione, si esegue sutura con filo riassorbibile e confezionamento di apparecchio gessato che viene mantenuto 5 settimane, al termine delle quali viene rimosso unitamente ai fili di Kirschner.

RISULTATI

I pazienti sono stati valutati con un follow-up medio di 6,8 anni.

Abbiamo deciso di escludere dal campione i pazienti con follow-up minore di 6 mesi per la ridotta latenza temporale dall'intervento, che non avrebbe concesso di registrare dati riguardanti risultati definitivi.

Il questionario sottoposto ai familiari è stato finalizzato a valutare le capacità motorie della mano, e pertanto il risultato funzionale. Grazie alla disponibilità delle famiglie, abbiamo inoltre ricevuto la documentazione fotografica dei pazienti che ha permesso di valutare anche il risultato estetico, unitamente al grado di soddisfazione espresso dai familiari (Figura 7 a,b,c).

Per quanto riguarda i risultati funzionali raggiunti con l'intervento, è stato chiesto se il bambino avesse acquisito la capacità di impugnare un giocattolo di diametro maggiore di 2 cm, come una pallina o una bottiglietta di acqua; se avesse acquisito la capacità di tenere in mano un oggetto di piccole dimensioni come una penna; se fosse in grado di tenere in mano un foglio e trattenerlo quando sottratto, in modo da valutare

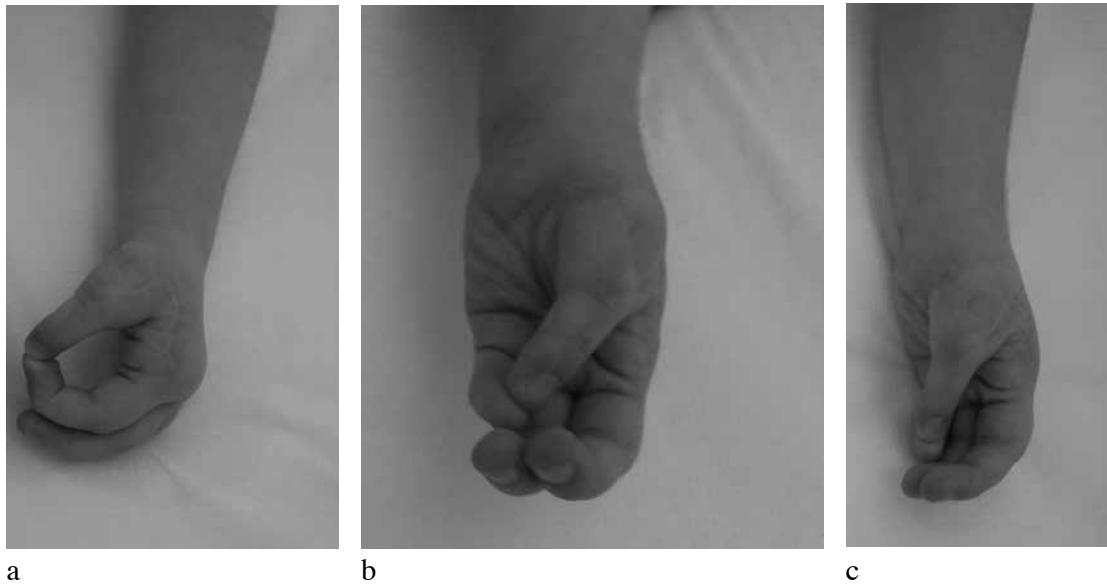


Figura 7 a, b, c. Il controllo a distanza dimostra le diverse fasi dell'opposizione ottenibile.

i vari gradi di prensione, grossolana, fine e di resistenza mediante opposizione del neo-pollice. In base ai dati raccolti si è potuto constatare che in 20 casi era raggiunto un utilizzo completo della mano, in 5 casi un utilizzo parziale, in particolare quando il paziente si aiuta con la mano controlaterale per adempiere alle attività più complesse, e in 4 casi un utilizzo non sufficiente.

C'è sembrato interessante indagare inoltre se i pazienti continuassero ad utilizzare la pinza tra 2° e 3° dito, come avveniva prima dell'intervento di Pollicizzazione: in 4 casi è stata registrata una presa invariata tra secondo e terzo dito, mentre in 2 casi questo avveniva solo saltuariamente, subito corretto, se il paziente era indotto ad utilizzare il neo-pollice. In tutti gli altri casi, la presa avveniva tra neo-pollice e indice.

I risultati sono stati raccolti anche sulla base del soddisfacimento dei genitori dei pazienti: questo in 14 casi era giudicato ottimo, buono in 6 casi, sufficiente in 5 e non sufficiente in 4 casi. Due pazienti sono ora

in attesa di ulteriore intervento chirurgico per correggere difetti dei tessuti molli legati alla crescita della mano.

Dall'analisi delle immagini si è riscontrato nella quasi totalità dei casi un buon posizionamento del neo-pollice sulla mano: in nessun caso, il neopollice supera in altezza l'articolazione interfalangea prossimale del dito adiacente e la posizione di opposizione appare funzionale alla presa ed esteticamente apprezzabile.

DISCUSSIONE

L'incidenza di malformazioni interessanti l'asse longitudinale radiale dell'arto superiore è di circa 1:30.000 nati vivi [5]; tuttavia questa frequenza è da considerare sotto-stimata in quanto deformità di basso grado possono passare inosservate.

Maschi e femmine sono affetti con uguale frequenza; nel 50% dei casi la patologia colpisce gli arti bilateralmente.

Le malformazioni del pollice sono state classificate da Blauth [4] in base alla gra-

vità della deformità clinica a partire dal tipo 1, nel quale si riscontra ipoplasia del pollice con attività intrinseca ed estrinseca preservata, fino ad un tipo 5 che denota la totale agenesia del pollice [6]. Questa classificazione fu modificata successivamente da Manske [4] il quale introdusse una sostanziale diversificazione nell'ambito del gruppo 3, distinguendo in tipo 3A e 3B per stabilità dell'articolazione trapeziometacarpale o instabilità della stessa.

La stabilità del pollice è importante ai fini della scelta chirurgica: nel caso di un pollice ipoplasico con una articolazione trapeziometacarpale instabile, ai fini di ottenere un risultato funzionale più ottimale possibile, dopo aver approfonditamente discusso il caso con i genitori, è possibile ricorrere ad una rimozione del pollice e ad intervento di pollicizzazione del secondo dito.

I pazienti affetti da malformazioni di vario grado all'arto superiore e alla mano, vanno sempre approfonditamente indagati per escludere quadri polimalformativi. Le deformità alla mano infatti si possono riscontrare in caso di Sindrome di Holt-Oram, Sindrome TAR (trombocitopenia e assenza di radio), Anemia di Fanconi, o in caso di difetti vertebrali, atresia dell'ano, malformazioni cardiache, fistola tracheoesofagea, atresia esofagea, malformazioni renali o in vario grado agli arti (VACTERL).

Considerando questi aspetti è dovere del chirurgo sottoporre il paziente a tutti i necessari accertamenti prima di pensare alla correzione chirurgica. Nella nostra esperienza, questo aspetto è stato importante nel determinare il timing chirurgico. Non sempre si è potuto infatti eseguire l'intervento di Pollicizzazione in età precoce perché è stato necessario sottoporre il paziente ad interventi di indiscussa priorità.

La correlazione tra timing chirurgico e successo della chirurgia è tema controverso e

dibattuto nella letteratura scientifica. Alcuni studi hanno evidenziato una maggiore percentuale di successo dell'intervento se questo viene eseguito in età precoce [7]. Tuttavia altri studi [8,9] hanno smentito questa correlazione non trovando differenze di risultati in pazienti sottoposti a chirurgia in età diverse.

Alla luce della nostra esperienza riteniamo che non vi sia una significativa correlazione tra l'età del paziente al momento dell'intervento ed il risultato dell'intervento stesso. Molti sono infatti gli aspetti che possono influenzare l'outcome: principalmente lo sviluppo cognitivo, che non è necessariamente legato all'età e che può favorire una maggiore plasticità cerebrale nell'acquisizione del movimento del neo-pollice, ma anche il grado di deformità di partenza della mano; non secondarie le capacità dei familiari di seguire e correggere le erronee abitudini di utilizzo della mano e la possibilità di eseguire adeguati piani riabilitativi.

CONCLUSIONI

L'intervento di Pollicizzazione secondo la tecnica di Buck-Gramko rappresenta ancora oggi la tecnica di scelta per correggere i difetti della mano a carico del pollice. Nonostante siano state proposte plurime varianti riguardo al tipo di incisione da eseguire oppure al tipo di stabilizzazione da applicare (un filo di Kirschner, 2 fili di Kirschner, suture riassorbibili) [10], la tecnica di Buck-Gramko rimane il punto fermo per la correzione dei difetti del pollice in caso di aplasia o ipoplasia.

BIBLIOGRAFIA

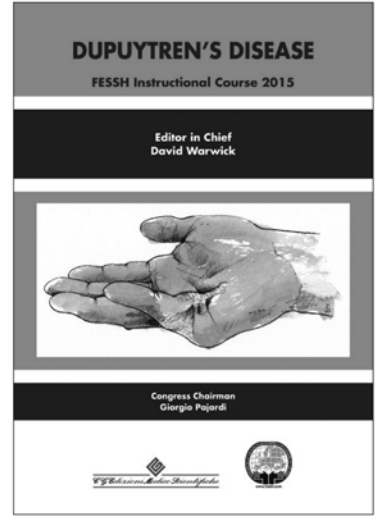
1. Buck-Gramko D. Pollicization of the index finger by aplasia and hypoplasia of the thumb. Indications, methods, results. *Handch* 1971;3:45-59.

2. Buck-Gramko D. Pollicisation of the index finger by aplasia and hypoplasia of the thumb. Indications, methods, results. *J Bone Joint Surg Am* 1971;53:1605-1617.
3. Ezaki M Syndactyly. In Green DP, Hotchkiss RN, Pederson MW, et al. *Operative Hand Surgery*. Philadelphia, PA: WA Saunders; 1999.
4. Blauth W, Schneider-Sickert Fr. Congenital deformities of the hand: an atlas of their surgical treatment. Berlin. U.a.: Springer; 1981.
5. James MA, Bednar MS. Deformities of the wrist and forearm in "Operative hand surgery" 5th edition New York, Churchill Livingstone, 2005;p. 1469-506.
6. Blauth W. The Hypoplastic thumb. *Arch Orthop Unfallchir* 1967; 62(3) 225-46. German.
7. Sykes PJ, Chandraprakasam T, Percival NJ. Pollicisation of index finger in congenital anomalies. A retrospective analysis. *J Hand Surg Br*. 1991;16:144-7.
8. Manske PR, Mc Carroll HR Jr. Index finger pollicisation for a congenitally absent or nonfunctioning thumb. *J Hand Surg (Am)*. 1985;10: 606-613.
9. Foucher G, Medina J, Lorea P et al. Pollicisation in congenital differences. *Hand chir Mikrochir Plast Chir*. 2004;36:146-151.
10. Flatt AE. The care of congenital hand anomalies, 2nd Ed., QMP Inc., St. Louis, 1994. Chpt 6, 96.

Dupuytren's Disease

FESSH Instructional Course 2015

Editor in Chief: David Warwick
 Congress Chairman: Giorgio Pajardi
 Cover Illustration: Donald Sammut



La malattia di Dupuytren consiste in un ispessimento della fascia palmar, del tessuto interposto tra la cute del palmo della mano e i tendini flessori. Tale ispessimento può dar origine ad una vera e propria corda tesa dal palmo della mano fino alle dita che limita il movimento di estensione di un dito o di più dita rendendo impossibile la completa apertura della mano. Insorge spontaneamente senza causa apparente. I pazienti più colpiti dalla malattia di Dupuytren sono di sesso maschile. La malattia insorge solitamente all'età di 40/45 anni e, in alcuni pazienti, si può presentare in forme più severe: in tal caso l'età di insorgenza è più precoce e la localizzazione è diffusa ad entrambe le mani e, a volte, anche ai piedi.

Nel testo vengono affrontati casi clinici importanti e rari e sono descritti tutti i più moderni trattamenti che l'attuale chirurgia della mano ha a disposizione per risolvere o limitare il decorso della malattia.

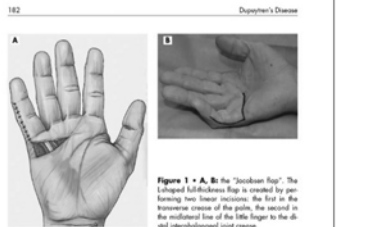
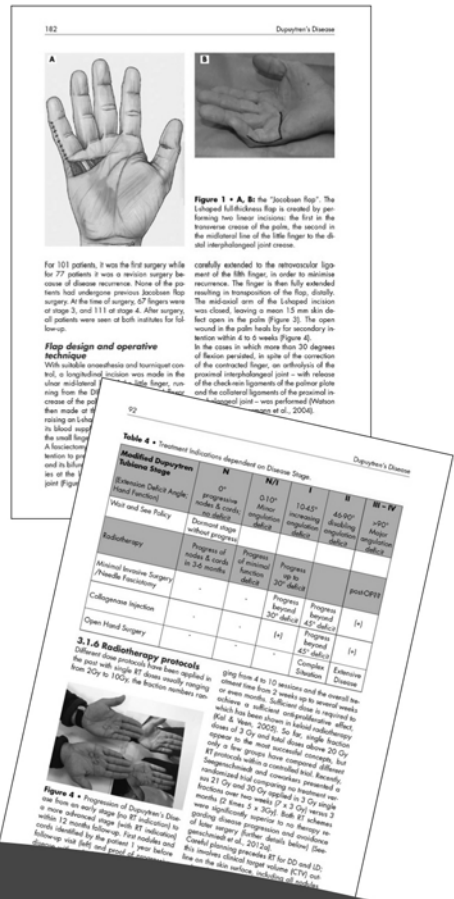
Il volume viene pubblicato, esclusivamente in lingua inglese, in occasione del XX FESSH CONGRESS tenutosi a Milano dal 17 al 20 giugno 2015.

SCHEDA TECNICA
 17 x 24 cm • 272 pagine a colori • ISBN: 978-88-7110-331-0
 Prezzo di listino: € 65,00

In promozione a € 55,25

Sintesi del piano dell'Opera

- Editor's introduction Section 2 - Clinical aspects
- Forward, Secretary General FESSH Section 3 - Non-operative treatment
- Forward, Congress Chairman Section 4 - Operative treatment
- Section 1 - History and basic science Section 5 - Conclusions



For 101 patients, it was the first surgery while for 77 patients it was a revision surgery because of disease recurrence. None of the patients had undergone previous Jockstrap flap surgery. At the time of surgery, 67 fingers were at stage 2, and 111 at stage 4. After surgery, all patients were seen at both institutes for follow-up.

Flap design and operative technique
 With suitable anaesthesia and tourniquet control, a longitudinal incision was made in the ulnar midlateral line of the little finger, running from the D4 crease of the palm then made up of raising an L-shaped flap with the small finger. A fasciotomy incision to provide access to the joint. Figure 1.

Table 4 - Treatment Indications dependent on Disease Stage

Medical Dupuytren's Disease Stage	M	N	I	II	III-IV
Extension Defect Angle Hand Function	0° progressive	0/10° Minor	10/45° Moderate	45/90° Severe	>90° Major
Work and See Policy	Consistent	Consistent	Consistent	Consistent	Consistent
Radiotherapy	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months
Minimally Invasive Surgery / Phasex / Fasciectomy	-	-	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months
Collagenase Injection	-	-	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months
Open Hand Surgery	-	-	-	Progress up to 24 months	Progress up to 24 months

3.1.1.4 Radiotherapy protocols
 Different dose protocols have been reported for the most with single RT doses ranging from 20G to 100G; the fraction number varies from 1 to 10 sessions and treatment time on some months. Different regimens are reported in the literature. The most common is 2 Gy x 5 fractions (10 Gy) over 2 weeks. The most common is 2 Gy x 5 fractions (10 Gy) over 2 weeks. The most common is 2 Gy x 5 fractions (10 Gy) over 2 weeks.

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