

## Il controllo della lunghezza del radio con fissatore esterno nelle fratture complesse dell'epifisi distale di radio

### *The control of the radius length by the external fixator in the treatment of the unstable distal radius fractures*

V. Barra  
G. Di Rienzo<sup>2</sup>  
M. Gison<sup>1</sup>  
V. Monaco<sup>2</sup>  
S. Troisi<sup>1</sup>  
C. De Roberto

Ospedali Riuniti delle Tre Valli,  
Dipartimento di Ortopedia,  
Traumatologia e Riabilitazione  
ASL SA1, Servizio di Chirurgia e  
Microchirurgia della Mano, P.O.

<sup>1</sup> "M. Scarlato", Scafati (SA),  
ASL SA1

<sup>2</sup> "S.ta M. Dell'Olmo", Cava dei  
Tirreni (SA), ASL SA1

*Indirizzo per la corrispondenza*

Dott. Vicente Barra, viale R.  
Wagner 2, lotto 13/H, 84131  
Salerno, Italy  
Tel. +39 089 337870  
E-mail vicentebarra@alice.it

*Ricevuto il 28 luglio 2006*

*Accettato il 19 ottobre 2006*

#### RIASSUNTO

Nelle fratture dell'epifisi distale del radio complesse con interessamento della radio ulnare distale il trattamento con fissatore esterno costituisce un affidabile sistema di osteosintesi.

**Obiettivi.** Verificare se la fissazione esterna è in grado di mantenere la riduzione ottenuta rispettando i criteri della riduzione accettabile.

**Materiali e metodi.** In ventidue pazienti con fratture B2, C1, C2, C3 secondo AO, nel periodo 2002-2005, fu valutato il comportamento della radio ulnare distale durante la fissazione esterna. Per la valutazione furono utilizzate le misurazioni degli indici radiologici nel pre-, post-operatorio e nel follow-up.

**Risultati.** Nei casi esaminati la fissazione esterna è stata in grado di consentire la guarigione evitando l'affossamento del piano articolare.

**Conclusioni.** La fissazione esterna è in grado di controllare la radio ulnare distale; il *dorsal tilt* e la lunghezza del radio sono parametri di riferimento per del decorso della guarigione.

*Parole chiave: fissatore esterno, frattura epifisi distale radio, articolazione radio ulnare distale*

#### SUMMARY

Unstable fractures of distal radius with involvement the distal radius ulnar joint can be treat with external fixation. It is a safe and reliable method of osteosynthesis.

**Objective.** The target is to verify the realibility of the external fixation to control the radial length during all the time necessary to the healing.

**Methods.** In twenty two patients with fractures type B2, C1, C2 ,C3 of AO classification, between 2002-2005, the distal radius ulnar joint has been controlled with the radius lenght and dorsal tilt for three moins after the surgery implant. It was very important that all the indication to the acceptable reduction must be followed. The radiological index were measured on post reduction and follow-up radiographs.

**Results.** The external fixation was able to control the radial length.

**Conclusion.** The external fixation is a device able to control the distal radius ulnar joint; the dorsal tilt and radial lenght were two important parametre to monitoring the distal radius ulnar joint evolution during the healing period.

*Key words: external fixator, distal radius fracture, distal radius ulnar joint*

L'utilità della fissazione esterna (FE) nelle fratture instabili dell'epifisi distale del radio (EDR) è un dato acquisito e condiviso da molti Autori <sup>1-6</sup>. L'opportunità di ricorrere a questo tipo di trattamento non è solo legato alla mini invasività, alla tollerabilità, alla facilità dell'applicazione, alla libertà delle articolazioni vicine durante la fase della guarigione, ma soprattutto all'affidabilità dell'impianto a mantenere la riduzione. Se la ligamentotassi nelle fratture con importanti comminuzioni dorsali e volari non sia in grado di assicurare una riduzione stabile, l'aggiunta di fili supplementari, abbinati all'uso di cemento e/o innesti ossei autologhi o eterologhi, è una possibilità descritta ampiamente in letteratura <sup>3 7-10</sup>. Queste premesse rappresentano una conclusione di un percorso datato, in cui il dibattito verteva sulla opportunità o meno di sottoporre a trattamenti chirurgici un segmento articolare non da carico e la cui guarigione sarebbe comunque avvenuta con una funzione soddisfacente. Ciò che oggi invece si chiede è un risultato che consenta un recupero funzionale completo e che permetta al paziente di ritornare alle proprie attività quotidiane. La necessità, quindi, di raggiungere questo scopo ci porta a valutare queste fratture non più sotto l'aspetto squisitamente statistico e di soddisfazione iconografica, ma soprattutto su un piano funzionale.

Se gli indici radiologici indirizzano a una valutazione prognostica rimane da stabilire se l'azione della ligamentotassi si eserciti contemporaneamente sia sulla radiocarpica (RC) che sulla radio ulnare distale (RUD) e se la FE è in grado di garantire la riduzione anche di quest'ultimo segmento in modo tale da non compromettere la funzionalità del polso <sup>11</sup>.

La percentuale di coinvolgimento della RUD nelle fratture complesse oscilla tra il 19 e il 75% a seconda delle casistiche <sup>11-15</sup>. Un così ampio range dipende dal mezzo usato per la diagnosi e rispettivamente se una radiografia standard o un esame TAC <sup>12 13 15</sup>. Il rischio di ottenere una mal consolidazione con *dorsal tilt* superiore a 15° aumenta se vi è un'angolazione dorsale preoperatoria superiore a 20° <sup>1</sup> con ripercussioni della ripresa funzionale.

Sulla base di queste considerazioni abbiamo intrapreso una verifica delle fratture complesse dell'epifisi distale di radio pervenute alla nostra osservazione e trattate con fissatore esterno, in cui contemporaneamente era associata la lesione del compartimento mediale con *dorsal tilt* superiore a 20° e accorciamento del radio superiore a 5 mm. Di questi casi abbiamo verificato se il sistema era stato in grado di mantenere la riduzione ottenuta durante

tutta la guarigione e la relazione tra il recupero funzionale e gli angoli radiali.

## MATERIALE E METODO

Presso il servizio di chirurgia della mano dell'U.O. di Ortopedia e Traumatologia del P.O. di Scafati e Cava dei Tirreni, ASL SA1, sulla base di queste considerazioni iniziali abbiamo intrapreso una verifica retrospettiva su tutti i casi trattati con fissatore esterno nel periodo 2002-2005 e che al momento del trauma presentavano un *dorsal tilt* superiore a 20° e un accorciamento del radio superiore a 5 mm. Sono entrati nel gruppo di studio 21 fratture dell'epifisi distale del radio con interessamento anche della RUD, tutte con una documentazione radiografica dal momento del trauma fino a tre mesi dopo l'intervento. Le 21 fratture erano così caratterizzate: 19 soggetti di cui due con fratture bilaterale, età compresa tra 20-72 anni, 14 maschi e 7 femmine, 15 polsi destri e 6 polsi sinistri. Di ogni frattura sono stati parametrati il *palmar tilt*, la lunghezza del radio, l'angolo radio carpico e la variazione ulnare (Tab. I). Le misurazioni furono eseguite sempre dalla stessa persona sui radiogrammi del momento del trauma, del post-operatorio e dopo 3 mesi dall'intervento. Successivamente sono stati messi a confronto gli indici dell'angolo radiale e lunghezza del radio con il range articolare (ROM) ottenuto a 3 mesi. Le fratture sono state così suddivise secondo la classificazione AO (1B2, 8C1, 3C2, 9C3). In tutti i casi esaminati la RUD era sempre interessata. Abbiamo sempre usato il fissatore esterno "Compact" (Howmedical). La tecnica chirurgica è stata sempre la stessa: riduzione in anestesia di plesso, posizionamento delle *fixes* mediante mini incisioni sul secondo metacarpo e sul radio, stabilizzazione dell'impianto e controllo in scopia della riduzione ottenuta. In 5 casi è stato necessario aggiungere fili di K. secondo la tecnica di Kapandji <sup>16</sup> per conferire più stabilità all'impianto <sup>17</sup>. In due casi la frattura dell'epifisi di radio era

**Tab. I.** Schema di rilievo dei parametri radiografici pre-, post-operatori e a 3 mesi con i riferimenti dei valori normali (vn).

RX	Angolo radio carpico (vn 21°)	DX	SX
	<i>Palmar tilt</i> (vn 11°)	DX	SX
	Lunghezza radio (vn 9-11 mm)	DX	SX
	Varianza ulnare (norm plus min)	DX	SX

associata a frattura dello scafoide carpale (un caso trattato con fili di K. e l'altro con vite di Herbert) ed in un terzo a frattura metadiasfaria distale dell'ulna (trattata con filo di K. endomidollare). In 2 casi la RUD era diastasata, ciò ha richiesto l'applicazione di un filo transradio-ulnare per 3 settimane. Il tempo di permanenza del fissatore è stato di 5 settimane. I controlli rx-grafici sono stati eseguiti immediatamente dopo l'impianto e successivamente a 2, 5, 8, 12 settimane. A distanza di 3 mesi dall'intervento è stato valutato il range articolare ottenuto mediante una scala di valori che prevedeva la suddivisione dell'arco di movimento in tre intervalli per la flessione, estensione, pronazione e supinazione (0-30, 30-60, 60-90) e per l'inclinazione ulnare (0-15, 15-30, 30-45) mentre solo due per l'inclinazione radiale (0-15, 15-25). Questi intervalli sono stati definiti basso, medio e alto rispettivamente, mentre per l'inclinazione radiale basso e alto (Tab. II). Durante l'intervista sono stati valutati il grado di soddisfazione del paziente e la ripresa dell'attività quotidiana o lavorativa.

**RISULTATI**

Tutte le fratture consolidarono nell'arco delle cinque settimane. I risultati sono stati analizzati sia dal punto di vista radiografico sia dal punto di vista funzionale (Tabb. III e IV). Dalle misurazioni effettuate sui radiogrammi si estrapola quanto segue: sulla Tabella III sono riportati i valori medi misurati sui radiogrammi utilizzati nei tre momenti già indicati. Come si osserva i valori relativi al *palmar tilt* e alla lunghezza del radio mediamente non hanno subito variazioni significative tra il post-operatorio e quanto parametrato a 3 mesi. Se valutiamo i singoli casi qualche considerazione in più occorre farla. Difatti nella Tabella V sono riportati i valori corrispondenti ai tre polsi che hanno dato i risultati meno soddisfacenti dal punto di vista degli indici radiologici. Le misurazioni mostrano come i valori del *palmar tilt*, ottenuti al momento della riduzione, erano già relativamente più alti del valore medio generale cosa che ha potuto determinare il cedimento a tre mesi con dorsalizzazione del radio e accorciamento del radio superiore a 2 mm. Nei restanti 18 polsi (86%) i valori radiologici a tre mesi non si sono discostati dai valori medi ottenuti al

**Tab. II.** Schema di valutazione del ROM. L'arco di movimento della flessione, estensione, pronazione, supinazione e inclinazione ulnare è stato suddiviso in tre intervalli definiti: basso, medio e alto. Mentre per l'inclinazione radiale in basso e alto.

		Basso	Medio	Alto
ROM	flessione	0-30	30-60	60-90
	estensione	0-30	30-60	60-90
	pronazione	0-30	30-60	60-90
	supinazione	0-30	30-60	60-90
	inclin ulnare	0-15	15-30	30-45
		Basso		Alto
Inclin radiale		0-15		15-25

**Tab. III.** Valori medi riferiti al gruppo delle 21 fratture dell'EDR relativi al *palmar tilt* e alla lunghezza del radio nel pre-, post-operatorio e dopo 3 mesi.

	Palmar tilt in gradi	Lunghezza radio in mm
Pre-operatorio	29,48	3,09
Post-operatorio	11,43	10,09
Dopo 3 mesi	12,19	9,8

momento dell'intervento. Sempre nei tre polsi, il *dorsal tilt* al momento del trauma e la lunghezza del radio erano esattamente nella media generale. L'unica variante rispetto agli altri casi era la forte comminazione della colonna ulnare dell'epifisi distale del radio che rendeva la RUD altamente instabile e che ha impedito una riduzione accettabile. In un caso era contemporaneamente presente anche la frattura dello scafoide carpale trattata con filo di K. per cutaneo. Inoltre, la variazioni della lunghezza del radio, che fu di circa 2 mm a tre mesi, rispetto a quanto ottenuto al momento della riduzione, comportò una modi-

**Tab. IV.** Risultati funzionali di un gruppo di 21 fratture dell'EDR dopo tre mesi dalla frattura e trattato con fissatore esterno "Compact". In nessun caso si è ottenuto un valore insoddisfacente dal punto di vista funzionale. I valori sono tutti compresi tra il range alto e medio.

	Flessione	Estensione	Pro-sup.	Incl. uln.	Incl. rad.
Alta (60-90)	19	19	19	Alta (30-45)	19
Media (30-60)	2	2	2	Media (15-30)	2
Bassa (0-30)	0	0	0	Bassa (0-15)	0

fica anche della variante ulnare che da normale passò a plus. Due di questi casi svilupparono un conflitto ulno-carpale (Fig. 1).

Dal punto di vista funzionale il dato più interessante riguardava il ROM a tre mesi. Nei 21 polsi studiati il ROM risultava essere alto in 19 polsi e medio in 2 (Tab. IV). In nessun caso abbiamo avuto lesioni del ramo sensitivo del radiale, rottura tendinea e infezione delle *fiches*. La diastasi della radio-ulnare distale, presente in sei polsi e trattata con filo transtilo-ulnare per 3 settimane, non si è dimostrata una condizione prognosticamente negativa (Fig. 2). Non abbiamo usato, in questa serie, innesti autologhi, eterologhi o di cemento per riempire il danno della spongiosa. Invece, l'uso di fili di K. aggiuntivi si è dimostrato un valido aiuto per migliorare la stabilità. Dal punto di vista della funzionalità la correlazione tra la limitazione del movimento nelle fratture con tilt dorsale superiore a 20° e lunghezza del radio inferiore a 5 mm si è dimostrata valida in 3 polsi, mentre nei restanti 18 questa interdipendenza non è stata osservata. Alla visione diretta radiografica del compartimento mediale questo si è mostrato ridotto in tutti i casi presi in esame. Il grado di soddisfazione del paziente a fine trattamento è stato buono nell'87% dei casi e il recupero funzionale alle consuete attività è stato raggiunto in tutti i casi con ripresa delle attività lavorative di appartenenza. In solo 2 dei 3 polsi la presenza di dolore ne limitava le funzioni soprattutto dopo sforzo prolungato.

## DISCUSSIONE

L'influenza della frattura estesa al compartimento mediale e alla radio ulnare distale nel determinare una dorsalizzazione del radio e riduzione della lunghezza radiale durante un trattamento con fissatore esterno è stato l'obiettivo del nostro studio.

De Palma<sup>18</sup> dimostrò sperimentalmente che i legamenti del polso rimanevano intatti nelle fratture più comminute consentendo alla distrazione di agire per ottenere la riduzione. I lavori di Stevens<sup>11</sup> prima e di Melone<sup>19</sup> dopo sottolinearono l'importanza della riduzione del complesso mediale nelle fratture complesse dell'epifisi distale di radio e come lo scopo principale del trattamento sia l'ac-

**Tab. V.** I valori corrispondono agli indici radiologici dei 3 casi i cui risultati funzionali sono stati considerati insoddisfacenti. Ciò che si osserva è il cedimento del *dorsal tilt* dopo 3 mesi ed un accorciamento del radio superiore a 2 mm.

	<i>Dorsal tilt</i>			Lunghezza del radio		
	Pre-oper	Post-oper	Dopo 3 mesi	Pre-oper	Post-oper	Dopo 3 mesi
Caso 1	31	13	14	4	11	8
Caso 2	21	12	18	5	10	8
Caso 3	34	13	19	5	10	10
Valori medi	28,6	12,6	17	4,6	10,3	8,6



**Fig. 1.** Rx comparativa dei postumi stabilizzati di frattura intrarticolare dell'EDR a destra; tipo B2 della AO in soggetto di 24 anni di professione imbianchino. L'immagine radiografica mostra un ulnar plus, responsabile del dolore per il conflitto ulnare.

curata e stabile riduzione che deve essere mantenuta per tutto il periodo della guarigione.

L'insieme dei casi esaminati hanno indici radiografici corrispondenti a fratture complesse. L'arco di età dei soggetti trattati è molto ampio, pertanto coesistono varie condizioni individuali che avrebbero potuto alterare il risultato ma che di fatto non si sono evidenziate visto che il recupero funzionale così come pure gli indici radiologici sono per l'87% tra i valori alti. Ciò a sottolineare che il sistema di fissazione esterna utilizzato è in grado di dare stabilità in posizione di riduzione fino alla consolidazione dell'osso.

Da uno studio eseguito su 45 pazienti trattati con fissazione esterna dinamica, di cui solo in quattro era stato utilizzato un innesto osseo, la percentuale di dorsalizzazio-

ne radiale era in relazione alla precocità della dinamizzazione del dispositivo di fissazione<sup>7</sup>. Si aveva una dorsalizzazione di 8-9° in più rispetto al valore misurato al momento della riduzione con dinamizzazione a 2 settimane. Tale valore diminuiva fino a 2° allungando i tempi della dinamizzazione a 4 settimane.

Per Jenkins<sup>20</sup> in 32 fratture trattate con fissatori statici la media di dorsalizzazione angolare era di 0,1° dimostrando l'affidabilità del sistema statico rispetto al dinamico. Nella nostra esperienza i dati mostrano a 3 mesi un risultato sovrapponibile con una media di dorsalizzazione di 0,7°, con risultati funzionali soddisfacenti.

Per Knirk e Jupiter (1986)<sup>13</sup> quando il fissatore esterno è usato senza innesto c'è spesso collasso del sito di frattura dopo prolungata distrazione e la distrazione non consente da sola la riducibilità dei frammenti intrarticolari<sup>8</sup>, inoltre l'eccessiva trazione favorisce la mobilizzazione dei frammenti con perdita della riduzione post-operatoria<sup>21</sup>.

In tutti i casi da noi trattati non è mai stato usato alcun innesto cortico spongioso autologo o eterologo, né altro materiale di riempimento. La trazione non è stata tale da determinare spostamento dei frammenti, difatti non abbiamo riscontrato perdita della riduzione pur essendo presente contemporaneamente comminuzione dorsale e volare. Laddove si è verificato è avvenuto più per la difficoltà ad ottenere intraoperatoriamente la riduzione del compartimento mediale. Per cui, a nostro avviso, lo scopo da ricercare è quello di ottenere una riduzione della colonna ulnare tale da riportarla nei parametri della "riduzione accettabile", come si è verificato nelle rimanenti 18 fratture. L'aggiunta dei fili di K. supplementari può essere di valido aiuto a questo scopo (Figg. 3, 4, 5).

Questa conclusione viene dalla osservazione di un campione che presenta delle caratteristiche relative di omoge-



**Fig. 2.** Maschio, 33 anni. Frattura C3 secondo AO del polso dx. A sin Rx in AP pre-operatoria con indici radiologici (angolo radio-carpico 40°; tilt radiale 46°; lunghezza radio non valutabile; ulnar plus). A destra dopo trattamento con indici radiologici (angolo radio carpico 19°; tilt radiale 15°; lunghezza radio 10 mm; ulnar normale). A causa della diastasi della RUD si è provveduto a impiantare un filo di K. per il tempo di 3 settimane.



**Fig. 3.** Maschio di 42 anni. B2 della classificazione AO. Indici radiologici pre-operatori (angolo radio carpico 12°; tilt radiale 42°; lunghezza radio 4 mm; variazione ulnare in plus).

neità in quanto il coinvolgimento della RUD è un dato accomunante tutte le fratture. D'altra parte vi è una stretta correlazione tra dorsalizzazione del radio, danno della RUD e *die-punch* rispetto a quelle situazioni in cui la RUD è integra<sup>7</sup>. Il nostro studio evidenzia che il sistema di fissazione esterna statico "Compact" della Hoffman (Howmedica) è stato affidabile nell'86% dei casi mantenendo la riduzione invariata per tutto il tempo necessario



alla guarigione anche in presenza di importanti comminuzioni e senza uso di innesti ossei o di materiale di riempimento. La riduzione ottenuta è rimasta sostanzialmente imm modificata con un recupero funzionale totale nel 95% dei casi e un ritorno alle consuete attività in tutti i casi esaminati. I cedimenti del piano radiale, verificatosi in tre casi, pur non compromettendo la funzionalità sono da attribuire alla difficoltà di ottenere una riduzione stabile della colonna ulnare al momento dell'esecuzione dell'intervento (Fig. 1).

Questo a sottolineare ulteriormente il ruolo fondamentale che gioca la colonna ulnare nell'equilibrio complessivo del polso, per cui il risultato finale, a nostro avviso, non dipende esclusivamente dalla contemporanea presenza di una comminuzione dorsale e volare<sup>17</sup>, ma soprattutto dalla complessità del danno della colonna mediale.

L'importanza del controllo della lunghezza del radio è importante sia come parametro di riferimento ai fini di seguire l'evoluzione della frattura sia dal punto di vista funzionale. Infatti, l'adeguata lunghezza aumenta sia le possibilità di ritorno al lavoro che il range articolare e riduce il dolore. Tutto ciò condiziona positivamente anche la funzione della RUD, ricalcando il suo ruolo chiave nell'equilibrio funzionale del polso. Una considerazione merita anche la discordanza riscontrabile tra risultati radiografici e funzionale. A questo proposito è interessante quanto osservato da Altissimi<sup>22</sup>; su 297 fratture di polso si registrò il 13% di cattivi risultati clinici a fronte del 32% di quelli radiografici.

In conclusione possiamo dire, sulla base della nostra esperienza: che è importante tentare di ridurre anatomicamente anche la colonna mediale, che la lunghezza del radio è un ottimo parametro di riferimento per seguire l'evoluzione della frattura e che l'impianto "Compact" della Howmedical è in grado di portare a guarigione la frattura con risultati soddisfacenti per il paziente.



**Fig. 4.** Dopo l'impianto del fissatore esterno "Compact" della Howmedical. Gli indici radiologici sono nel range dei valori normali.



**Fig. 5.** Immagine radiografica dopo 3 settimane dalla rimozione del fissatore esterno. Indici radiologici (angolo radio-carpo 20°; tilt radiale 13°; lunghezza radio 10 mm; variazione ulnare normale).

## BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> Falzarano G. *Indicazioni e tecniche alla fissazione esterna assiale circolare ed ibrida*. Lo Scalpello 2004;18:461-74.
- <sup>2</sup> Fernandez DL. *Fractures of the distal radius treatment rationale in 2003*. Rivista di Chirurgia della Mano 2004;41:5-10.
- <sup>3</sup> Lavini F, Pizzoli AL, Accordini S, Giordani S, Atzei A, Bartolozzi P. *Fratture articolari di polso: valutazione radiografica e clinica di una casistica trattata con fissatore esterno*. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 1998;24:333-45.
- <sup>4</sup> McQueen MM, Hajducka C, Court-Brown CM. *Redisplaced unstable fractures of the distal radius*. J Bone Joint Surg 1996;78-B:404-9.
- <sup>5</sup> Penning D. *The use of external fixation in radial fractures*. J Jpn Orthop Assoc 1991;65:279-84.
- <sup>6</sup> Perugia D, Massoni C, Basile A, Roselli M, Monteleone M. *La fissazione esterna nelle fratture intra-articolari dell'estremo distale del radio*. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 1998;24:422-8.
- <sup>7</sup> Kawaguchi S, Sawada K, Nabeta Y, Hayakawa M, Aoki M. *Recurrent dorsal angulation of the distal radius fracture during dynamic external fixation*. J Hand Surg 1998;23A:920-5.
- <sup>8</sup> Leung KS, Shen WY, Leung PC, Kinninmonth AWG, Chang JCW, Chan GPY. *Ligamentotaxis and bone grafting for comminuted fractures of the distal radius*. J Bone Joint Surg 1989;71-B:838-42.
- <sup>9</sup> McBirnie J, Court-Brown CM, McQueen MM. *Early open reduction and bone grafting for unstable fractures of the distal radius*. J Bone Joint Surg 1995;77-B:571-5.
- <sup>10</sup> Merello A. *Il ruolo del Norian SRS nel trattamento delle fratture del radio distale*. Rivista di Chirurgia della Mano 2004;1:11-8.
- <sup>11</sup> Melone CH. *Articular fractures of the distal radius*. Orth Clin North Am 1984;15:217-36.
- <sup>12</sup> Frykman G. *Fractures of the distal radius including saquelae shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impariement of nerve function: a clinical and experimental study*. Acta Orthop Scand 1967;108(Suppl):27-31.
- <sup>13</sup> Knirk JI, Jupiter JB. *Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults*. J Bone Joint Surg 1986;68A:647-59.
- <sup>14</sup> Pruitt DL, Gilula LA, Manske PR, Vannier MW. *Computed tomography scanning with image reconstructions in evaluation of the distal radius fractures*. J Hand Surg 1994;19A:720-7.
- <sup>15</sup> Rozenal TD, Bozentka DJ, Katz MA, Steinberg DR, Beredjiklian PK. *Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture*. J Hand Surg 2001;26A:244-51.
- <sup>16</sup> Kapandji JA, Epinette JA. *Colles' fracture: treatment by double intrafocal wire fixation*. In: Razemon JP, Fisk GR, eds. *The Wrist*. New York: Churchill-Livingstone 1988, pp. 65-73.
- <sup>17</sup> Trumble TE, Wagner W, Hanel DP, Vedder NB, Gilbert M. *Intrafocal (Kapandji) pinning of distal radius fractures with and without external fixation*. J Hand Surg 1998;23A:381-94.
- <sup>18</sup> DePalma AF. *Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning*. J Bone Joint Surg 1951;34A:651.
- <sup>19</sup> Stevens JH. *Compression fractures of the lower end of the radius*. Annal Surg 1920;71:594.
- <sup>20</sup> Jenkins NH, Jones DG, Johnson SR, Mintowt-Czyz WJ. *External fixation of Colles' fractures: an anatomical study*. J Hand Surg 1987;69B:207-11.
- <sup>21</sup> Winemaker MJ, Chinchalkar S, Richards RS, Johnson JA, Chess DG, King GJW. *Load relaxation and forces with activity in Hoffman external fixators: a clinical study in patients with Colles' fractures*. J Hand Surg 1998;23A:926-32.
- <sup>22</sup> Altissimi M, Antenucci R, Fiacca C, Mancini GB. *Longterm results of conservative treatment of fractures of distal radius*. Clin Orthop 1986;206:202-10.