

# SINTESI CON PLACCA VOLARE NEL TRATTAMENTO DELLE FRATTURE DEL RADIO DISTALE: ANALISI DELLE COMPLICANZE

L. TARALLO<sup>1</sup>, R. ADANI<sup>2</sup>, E. MORANDINI<sup>2</sup>, R. MUGNAI<sup>1</sup>, F. FIACCHI<sup>1</sup>, F. CATANI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinica Ortopedica e Traumatologica - Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico Modena - Modena

<sup>2</sup>U.O.C. Chirurgia della Mano - Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata Verona - Policlinico G.B. Rossi - Verona

---

## *Volar plate fixation for the treatment of distal radius fractures: analysis of complications*

### SUMMARY

**Introduction:** *Determining the rate of specific adverse events following volar plating performed for distal radius fractures.* **Materials and Methods:** *We searched the electronic database of all surgical procedures performed using the following keywords: distal radius fracture, wrist fracture, plate fixation. We identified 315 patients treated for distal radius fractures employing volar plate fixation. At an average follow-up of 5 years, 303 patients were evaluated through medical records and clinical and radiographical assessment for specific adverse events following volar plate fixation.* **Results:** *Complications were observed in 21 patients (6.9%). Extensor tendon impairments were represented by 5 cases of extensor tenosynovitis and 3 cases of rupture of the extensor pollicis longus due to screws protruding dorsally. Flexor impairments were represented by 2 cases of tenosynovitis and 2 cases of flexor pollicis longus rupture. Screw penetration into the radioulnar joint was observed in 1 case. Loss of reduction was identified in 3 cases.* **Conclusions:** *The majority of adverse events after volar plate fixation were due to technical errors in implant placement. In our cohort, tendon impairments were the most frequently observed; among these, extensor tendon impairments were the most represented.* Riv Chir Mano 2012; 3: 350-356

### KEY WORDS

Distal radius fractures, volar plate, complications

---

### RIASSUNTO

**Introduzione:** *Obiettivo di questo lavoro è quello d'identificare le complicanze che più frequentemente possono occorrere in seguito ad una sintesi con placca volare per le fratture dell'estremità distale del radio.* **Materiali e Metodi:** *Sono stati identificati 315 pazienti trattati per fratture del radio distale mediante osteosintesi con placca volare. I pazienti sono stati identificati, tramite l'utilizzo di un database elettronico contenente tutti gli interventi chirurgici eseguiti, utilizzando le seguenti parole chiave: fratture di radio distale, fratture di polso, sintesi con placca. Dodici pazienti sono stati persi al follow-up. 303 pazienti sono stati valutati clinicamente e radiograficamente a una distanza media dall'intervento di 5 anni.* **Risultati:** *In 21 pazienti (6,9%) sono state osservate delle complicanze. Le complicanze a livello dei tendini estensori sono state rappresentate da 5 casi di tenosinoviti e da 3 casi di rottura dell'estensore lungo del pollice. In 2 casi si sono riscontrate delle tenosinoviti a carico dei tendini flessori e in 2 pazienti la rottura del flessore lungo del pollice. È stato individuato solo un caso di vite sporgente in articolazione radio-carpica, mentre la perdita di riduzione dopo l'osteosintesi con placca è stata riscontrata in 3 casi.* **Conclusioni:** *La maggior parte delle complicanze è stata causata da errori nel posizionamento della placca. Le problematiche a livello tendineo sono state le più frequenti, soprattutto quelle a carico dei tendini estensori.*

### PAROLE CHIAVE

Fratture radio distale, placca volare, complicazioni

## INTRODUZIONE

La sintesi con placca a stabilità angolare del radio distale è diventata una pratica diffusa e consolidata in quest'ultimo decennio (1-3). La popolarità di questa metodica si basa sulla ricostruzione di un'anatomia stabile, sul breve periodo d'immobilizzazione e sul precoce ritorno alla medesima attività lavorativa (4, 5). Studi precedenti suggeriscono come la restituzione di una fisiologica congruenza articolare dopo una frattura di radio distale, sia il requisito essenziale al fine di garantire il risultato funzionale (6, 7) e soprattutto prevenga lo sviluppo di una successiva artrosi secondaria (8). La sintesi con placca del radio distale può essere eseguita con approccio dorsale o volare: negli ultimi anni l'approccio volare si è molto diffuso per il suo basso tasso di complicanze (9-11).

Recenti studi riportano tuttavia una percentuale di complicanze, con sintesi volare, variabile dal 22 al 27% (5, 12).

In questo studio retrospettivo abbiamo valutato il tasso di complicanze in seguito all'osteosintesi con placca volare in un largo gruppo di pazienti con fratture instabili del radio distale.

## MATERIALI E METODI

In questo studio retrospettivo abbiamo rivalutato tutte le placche volari eseguite per le fratture del radio distale dal Gennaio 2000 al Gennaio 2010 in un singolo centro (Clinica Ortopedica di Modena, tutti gli interventi sono stati eseguiti da due operatori: L.T. e R.A.), con un follow-up minimo di 1 anno. I criteri d'inclusione sono stati: età maggiore di 18 anni e fratture dell'estremità distale di radio trattate con placca volare. I pazienti affetti da demenza o problemi neurologici sono stati esclusi. Abbiamo ricercato i pazienti mediante il database elettronico contenente tutti gli interventi eseguiti, utilizzando le seguenti parole chiave: *fratture di radio distale*, *fratture di polso e sintesi con placca volare*, identificando in questo modo 318 pazienti. Tre casi sono stati eliminati, in quanto non rientranti nei criteri d'inclusione. L'età media è stata di 58 anni, con un ran-

ge compreso tra 18 e 87 anni; 122 pazienti erano di sesso maschile e 193 di sesso femminile. Le fratture sono state classificate secondo la classificazione AO: A3 (32 casi), B3 (94 casi), C1 (79 casi), C2 (63 casi), C3 (47 casi). Nel caso di una sospetta frattura articolare è stata eseguita una TAC pre-operatoria al fine di stabilire il planning chirurgico.

Gli interventi sono stati eseguiti tutti con approccio volare.

Gli impianti utilizzati sono stati: *Acumed Acu-Loc* in 64 casi, *Synthes LCP* in 89 casi, *Hand Innovations DVR* in 95 casi e *Aptus* in 67 casi.

In tutti i casi, dopo l'intervento chirurgico, è stato utilizzato un palmare antibrachio-metacarpale per 2 settimane; al termine della seconda settimana sono stati rimossi i punti di sutura e iniziata la fisioterapia. I pazienti sono stati valutati clinicamente e radiograficamente, a un follow-up minimo di un anno.

Sono state valutate e analizzate le complicanze a carico dei tessuti molli (tendiniti, lesioni tendinee), quelle neurovascolari (sindrome del tunnel carpale), altre complicanze nervose, sindromi compartimentali), quelle ossee (perdite di riduzione, instabilità della sintesi, accorciamento radiale per il collasso della frattura) e l'eventuale fallimento del mezzo di sintesi.

## RISULTATI

Sono stati controllati 303 pazienti, a un follow-up medio di 4,7 anni.

Dodici pazienti non sono stati rintracciati. Le complicanze si sono osservate in 21 casi (Tab. 1). Le complicanze più frequenti sono state: in 5 casi (1.7%) una tendinite a carico dei tendini estensori e in 3 casi (1.0%) una rottura dell'estensore lungo del pollice (EPL). I sintomi riferiti in tali circostanze sono stati: il dolore, associato a gonfiore e il crepitio dorsale. Le radiografie hanno rilevato, in tutti i casi, un'eccessiva lunghezza di una o più viti della filiera distale della placca. Alla rimozione della placca, si è riscontrata intra-operatoriamente una marcata ipertrofia delle guaine sinoviali tendinee e in tre casi una rottura dell'estensore lungo del pollice (Fig. 1).

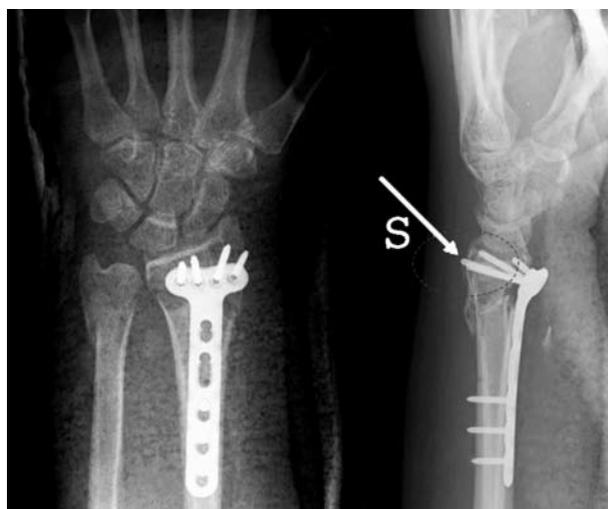
**Tabella 1.** Descrizione ed incidenza di ogni complicanza

Complicanze	Meccanismo	(N) %
Tessuti molli		
Tendini estensori	Sinoviti	5 (1.7)
	Rottura ELP	3 (1.0)
Tendini flessori	Sinoviti	2 (0.7)
	Rottura FLP	2 (0.7)
Nervose	Sindrome del tunnel carpale	4 (1.3)
	Compressione nervo ulnare del polso	1 (0.3)
Ossee		
Perdita riduzione	Perdita di presa viti	2 (0.7)
	Perdita riduzione faccetta semilunare	1 (0.3)
Rigidità articolare	Penetrazione viti nella radio ulnare	1 (0.3)
Totale complicanze		21 (6.9)

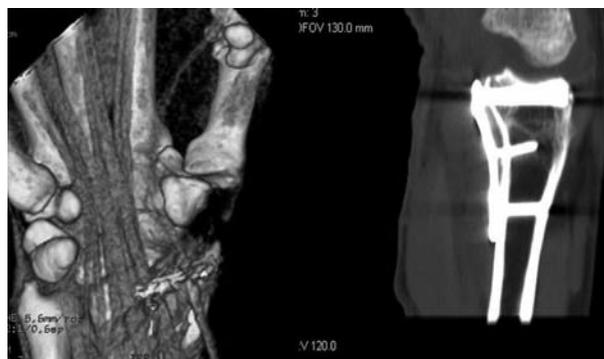
Le complicanze a carico dei tendini flessori si sono invece osservate meno frequentemente: 2 casi (0.7%) di tenosinoviti e 2 casi di lesioni del flessore lungo del pollice. In tutti i casi era stata utilizzata

una placca LCP Synthes da 2.4, “primo modello” (Fig. 2).

In un altro paziente si è evidenziato il posizionamento delle viti in articolazione radio-ulnare distale. La valutazione clinica a un mese dall'intervento chirurgico, ha mostrato una limitazione dolorosa nella prono-supinazione mentre la TAC ha evidenziato l'impingement della punta di una vite con la testa dell'ulna (Fig. 3). Dopo la rimozione della



**Figura 1.** Donna di 45 anni, asintomatica in precedenza, trattata per una frattura extra-articolare. Il controllo post-operatorio mostra una buona riduzione della frattura, ma in laterale un'eccessiva lunghezza di una delle viti della filiera distale con conseguente sporgenza della punta della vite dorsale. La rottura dell'estensore lungo del pollice si è manifestata a sei mesi di distanza dall'intervento chirurgico.



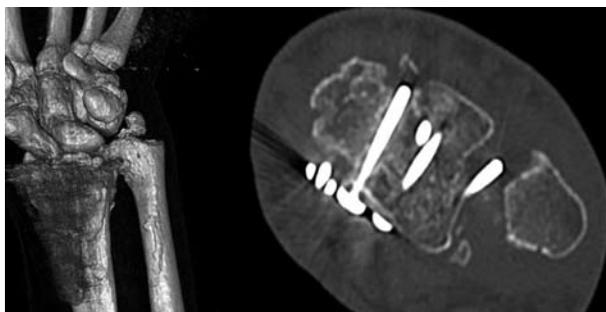
**Figura 2.** Uomo di 48 anni si è evidenziato, a 6 mesi dall'intervento, una rottura del flessore lungo del pollice. L'esame TAC mostra come la placca (Synthes LCP, primo modello) sia stata posizionata distalmente rispetto alla linea spartiacque provocando impingement e successiva rottura del FLP.

placca, il paziente ha avuto un completo ripristino dell'articolari , senza dolore.

La perdita di riduzione dopo la sintesi   stata osservata in 3 casi; in 2 casi si   verificata la perdita di presa delle viti diafisarie prossimali; questo   avvenuto nei pazienti pi  anziani ed   probabilmente correlato alla ridotta mineralizzazione dell'osso e all'utilizzo di "viti convenzionali" al posto di "viti a stabilit  angolare". L'altro caso   avvenuto in un paziente di 80 anni, trattato per una frattura C2. Dopo un'iniziale riduzione apparentemente soddisfacente, al follow-up a 4 anni, la TAC ha mostrato la penetrazione di un vite distale del sistema DVR nella fossetta del semilunare (Fig. 4). Nonostante ci  il paziente era asintomatico e con una buona motilit  articolare; per tale motivo ha rifiutato un nuovo intervento chirurgico.

Sono stati individuati 4 pazienti (1.3%) con sindrome del tunnel carpale, senza segni di compressione del nervo mediano precedente al trauma, e un caso (0.3%) di compressione del nervo ulnare al polso.

Infine in un paziente, trattato con placca volare DVR,   comparsa una fistola secernente a livello della cicatrice volare conseguente a un processo infettivo. La rimozione della placca a 3 mesi dall'intervento di osteosintesi, ha determinato la completa risoluzione dell'infezione. Non abbiamo incluso questo caso nelle complicanze; le infezioni possono avvenire in tutti gli interventi chirurgici e sono quindi indipendenti dall'abilit  del chirurgo e dal mezzo di sintesi utilizzato.



**Figura 3.** TAC mostra la penetrazione delle viti nella radio-ulnare e impingemet della punta di una vite con la testa dell'ulna.

## DISCUSSIONE

Le complicanze pi  frequenti sono state quelle a livello dei tendini estensori, rappresentate da 5 casi di tenosinoviti e 3 di rottura dell'ELP, tutti imputabili ad una eccessiva lunghezza delle viti con perforazione della corticale dorsale. L'irregolarit  della corticale dorsale o la presenza di eventuali frammenti ossei pu  ingannare, nonostante i controlli fluoroscopici, non evidenziando l'oltrepassamento della corticale dorsale con la punta della vite. La superficie articolare del radio distale   inclinata sia in antero-posteriore (AP) che in laterale ed   concava in pi  di un piano, con un'inclinazione ulnare media di 23  e un tilt volare di 11  (13). Le radiografie AP e laterali standard sono generalmente eseguite con la sorgente dei raggi perpendicolare all'avambraccio e possono quindi mascherare la non corretta riduzione della superficie articolare. Misurazioni imprecise della lunghezza delle



**Figura 4.** TAC a 4 anni di follow-up evidenzia come la vite distale della DVR, che sostiene la superficie articolare della fossetta del semilunare, penetri nell'articolazione.

viti e una non corretta interpretazione dei controlli scopici possono facilmente causare una perforazione della corticale dorsale (14). Per questo motivo le immagini radiografiche devono confermarne il corretto posizionamento delle viti. A tal fine sono state recentemente proposte (15) proiezioni aggiuntive focalizzate sulla superficie articolare: in particolare, quella eseguita orientando l'avambraccio in modo da ottenere un'immagine parallela all'articolazione radio-carpica sia in antero-posteriore (11° elevazione) che in laterale (23° di elevazione) (13). In aggiunta Ozer et al. (16) promuovono l'utilizzo della proiezione dorsale tangenziale (proiezione eseguita sia a 45° di supinazione che a 45° di pronazione) per migliorare l'accuratezza delle immagini fluoroscopiche. L'estrema vicinanza degli estensori alla corticale dorsale e il volume limitato dei compartimenti dorsali compromessi dalle viti, possono essere un fattore aggiuntivo nella rottura ischemica dei tendini (17). Per questo motivo alcuni autori suggeriscono (12, 18, 19) di utilizzare una vite 2 mm. più corta rispetto alla lunghezza misurata o di evitare di perforare la corticale dorsale.

La sottostima delle viti non è però raccomandata in tutti i casi: in fratture articolari comminute l'utilizzo di una fissazione distale con ancoraggio sulla corticale dorsale, può essere necessaria per ottenere una buona stabilità (4, 13).

Sono stati riportati 2 casi di tenosinovite dei flessori e 2 casi di rottura del FLP. Molti autori suggeriscono come gli impianti posizionati distalmente alla "linea spartiacque" possano esercitare una pressione sui flessori e causarne la rottura (20, 21). Nella nostra casistica tutte le lesioni dei flessori sono avvenute in pazienti nei quali è stata utilizzata una placca LCP di prima generazione, caratterizzata da solo una fila di viti distali in grado di sostenere l'osso subcondrale. L'alto tasso d'incidenza di complicanze, associato all'utilizzo di questi dispositivi, è dovuto alla necessità di apporre la placca distalmente, se si vuole garantire la stabilità all'osso subcondrale. Se la placca è posizionata in tal modo, oltre linea spartiacque, non è raro rinvenire un'irritazione a carico dei tendini flessori. La linea spartiacque è definita come una cresta

trasversale che delimita la superficie concava del radio distale. Nella nostra casistica, come già dimostrato da Soong et al. (22) è stato riportato un basso tasso di complicanze a carico dei tendini flessori, nei pazienti in cui è stata utilizzata la placca Hand Innovation DVR. Questo può essere dovuto al relativo basso profilo che tale placca possiede a livello della linea spartiacque riducendo la possibile irritazione ai tendini flessori. Tanaka et al. (23) suggerisce che un corretto posizionamento della placca (a livello o prossimalmente alla linea spartiacque) diminuisce notevolmente il possibile impingement del FLP, in quanto la pressione esercitata dal contatto tra FLP e porzione distale della placca risulta lievemente superiore a quella paragonabile tra il radio "senza placca" e i tendini. D'altro canto se la porzione terminale della placca è oltre la linea spartiacque, la pressione di contatto tra FLP e la placca aumenta in modo considerevole causando talvolta la rottura del FLP (24). A tale livello anche la perfetta risutura del pronatore quadrato non è in grado di proteggere i tendini flessori e in particolare il flessore lungo del pollice da un possibile attrito nei confronti della placca distale. Precedenti studi hanno dimostrato come la rottura del FLP sia la complicanza più frequente nella sintesi con placca volare verificandosi nel 2-12% dei pazienti (25-27).

La perdita di riduzione dopo sintesi con placca è stata osservata in 3 casi, in particolare 2 casi di perdita di aderenza e 1 di perdita di riduzione della fossetta del semilunare. La perdita di riduzione e l'accorciamento in fratture comminute intra-articolari del radio può esitare in una penetrazione delle viti in articolazione. Le fratture che interessano la faccetta del semilunare a livello della superficie articolare sono difficili da trattare (28, 29). Paley et al. (30) ha cercato di descrivere con cura la superficie volare e dorsale del radio distale e ha evidenziato come il margine distale volare del radio sia più prominente ulnarmente, a livello della faccetta del semilunare, e poi si assottiglia in senso radiale. Questa conformazione anatomica spiega come, con il polso in posizione funzionale, la porzione volare della fossetta del semilunare supporta molto più carico rispetto alla fossetta dello scafoide (31). Que-

sta trasmissione di forza, attraverso il margine volare della fossa del semilunare, può rendere più difficile il controllo dei frammenti volari della fossetta del semilunare mediante una placca volare. Herness et al. (32) ha descritto 7 casi di sublussazione carpale in seguito a perdita di riduzione del frammento volare della fossetta semilunare. 5 pazienti erano sintomatici ed hanno richiesto una revisione chirurgica. Rozental e Blazar (5) hanno riportato la perdita di riduzione della fossetta del semilunare in 2 pazienti su un totale di 41; entrambi i pazienti erano comunque soddisfatti del risultato ottenuto e non hanno necessitato di un ulteriore intervento chirurgico.

L'incidenza di sindrome del tunnel carpale tardiva riportata nella nostra casistica è stata del 1.3%. Il tasso riportato in letteratura di sindrome del tunnel carpale tardiva dopo sintesi con placca volare varia dallo 0.5% al 22% (33). L'ipotesi fisiopatologica di tale complicanza include l'edema e l'ematoma dovuti al trauma, l'iniezione in loco di anestesia locale, la riduzione a cielo chiuso e le relative manipolazioni, la posizione flessa del polso e il trauma chirurgico. Altre complicanze descritte occasionalmente in letteratura come la sindrome compartimentale, la rottura della placca o le lesioni vascolari non sono state riportate.

Il tasso totale di complicanze è comparabile o migliore di quello riportato in altri studi (12, 34). In una recente analisi retrospettiva di 180 pazienti trattati con placca volare, dopo una media di 30 mesi di follow-up, Phandis et al. (35) ha riportato un tasso di complicanze del 15%, includendo complicanze maggiori quali l'infezione e le rotture tendinee, la sindrome del tunnel carpale acuta e l'algodistrofia. La nostra ampia popolazione dimostra un tasso d'incidenza minore a favore della sintesi per le fratture del radio distale con placca volare, soprattutto considerando le placche di nuova generazione a basso profilo.

Ulteriori studi sono necessari per capire meglio i fattori di rischio e le possibili strategie per evitare o perlomeno ridurre le complicanze nel trattamento delle fratture di radio distale con placca volare.

## BIBLIOGRAFIA

1. Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg* 2009; 91A: 1868-73.
2. Koval KJ, Harrast JJ, Anglen JO, et al. Fractures of the distal part of the radius. The evolution of practice over time. Where's the evidence? *J Bone Joint Surg* 2008; 90A: 1855-61.
3. Fanuele J, Koval KJ, Lurie J, et al. Distal radial fracture treatment: what you get may depend on your age and address. *J Bone Joint Surg* 2009; 91A: 1313-9.
4. Al-Rashid M, Theivendran K, Craigen MA. Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88B: 1610-2.
5. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 2006; 31A: 359-65.
6. Boyd LG, Horne JG. The outcome of fractures of the distal radius in young adults. *Injury* 1988; 19: 97-100.
7. McQueen M, Caspers J. Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 649-51.
8. Knick JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A: 647-59.
9. Rein S, Schikore H, Schneiders W, et al. Results of dorsal or volar plate fixation of AO type C3 distal radius fractures: a retrospective study. *J Hand Surg* 2007; 32A: 954-61.
10. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg* 2002; 27A: 205-15.
11. Musgrave DS, Idler RS. Volar fixation of dorsally displaced distal radius fractures using the 2.4 mm locking compression plates. *J Hand Surg* 2005; 30A: 743-9.
12. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, et al. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 316-22.
13. Pace A, Cresswell T. Use of articular wrist views to assess intra-articular screw penetration in surgical fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg* 2010; 35A: 1015-8.
14. Sügün TS, Karabay N, Gürbüz Y, et al. Screw prominences related to palmar locking plating of distal radius. *J Hand Surg Eur* 2011; 36: 320-4.
15. Matullo KS, Dennison DG. Lateral tilt wrist radiograph using the contralateral hand to position the wrist after volar plating of distal radius fractures. *J Hand Surg* 2010; 35A: 900-4.

16. Ozer K, Wolf JM, Watkins B, Hak DJ. Comparison of 4 fluoroscopic views for dorsal cortex screw penetration after volar plating of the distal radius. *J Hand Surg* 2012; 37A: 963-7.
17. Pichler W, Windisch G, Schaffler G, et al. Computer tomography aided 3D analysis of the distal dorsal radius surface and the effects on volar plate osteosynthesis. *J Hand Surg Eur* 2009; 34: 598- 602.
18. Orbay JL. The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. *Hand Surg* 2000; 5 (2): 103-12.
19. Smith DW, Henry MH. Volar fixed-angle plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13: 28-36.
20. Orbay J. Volar plate fixation for distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21: 347-54.
21. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, et al. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 316-22.
22. Soong M, van Leerdam R, Guitton TG, et al. Fracture of the distal radius: risk factors for complications after locked volar plate fixation. *J Hand Surg* 2011; 36A: 3-9.
23. Tanaka Y, Aoki M, Izumi T, et al. Effect of distal radius volar plate position on contact pressure between the flexor pollicis longus tendon and the distal plate edge. *J Hand Surg* 2011; 36A: 1790-7.
24. Cross AW, Schmidt CC. Flexor tendon injuries following locked volar plating of distal radius fractures. *J Hand Surg* 2008; 33A: 164-7.
25. Casaletto JA, Machin D, Leung R, et al. Flexor pollicis longus tendon ruptures after palmar plate fixation of fractures of the distal radius. *J Hand Surg Eur* 2009; 34: 471-4.
26. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop* 2003; 27: 1-6.
27. Figl M, Weninger P, Jurkowitsch J, et al. Unstable distal radius fractures in the elderly patient volar fixed-angle plate osteosynthesis prevents secondary loss of reduction. *J Trauma* 2010; 68: 992-8.
28. Melone CP Jr. Articular fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1984; 15: 217-36.
29. Jupiter JB. Complex Articular Fractures of the Distal Radius: Classification and Management. *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 5: 119-112.
30. Paley D, Axelrod TS, Martin C, et al. Radiographic definition of the dorsal and palmar edges of the distal radius. *J Hand Surg* 1989; 14S: 272-6.
31. Genda E, Horii E. Theoretical stress analysis in wrist joint - neutral position and functional position. *J Hand Surg* 2000; 25B: 292-5.
32. Harness NG, Jupiter JB, Orbay JL, et al. Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg* 2004; 86A: 1900-8.
33. Bienek T, Kusz D, Cielinski L. Peripheral nerve compression neuropathy after fractures of the distal radius. *J Hand Surg* 2006; 31B: 256-60.
34. Lattmann T, Meier C, Dietrich M, Forberger J, Platz A. Results of volar locking plate osteosynthesis for distal radial fractures. *J Trauma* 2011; 70: 1510-8.
35. Phadnis J, Trompeter A, Gallagher K, Bradshaw L, Elliott DS, Newman KJ. Mid-term functional outcome after the internal fixation of distal radius fractures. *J Orthop Surg Res* 2012 26; 7: 4.