



Trattamento conservativo nelle lesioni pre-dinamiche del complesso della fibrocartilagine triangolare: approccio propriocettivo

Conservative treatment in pre-dynamic triangular fibrocartilage tears: proprioceptive approach

Simone Seppi, Ivan Raccagni, Andrea Ghezzi, Mattia Carozzo, Giorgio Eugenio Pajardi

Unità Operativa di Chirurgia della Mano, Ospedale Multimedica San Giuseppe, Milano; Università degli Studi di Milano, Milano

Riassunto

Introduzione. La struttura che maggiormente causa dolore ulnare e impotenza funzionale nel polso è il complesso della fibrocartilagine triangolare. La ricerca si sta muovendo per trovare strategie riabilitative che uniscano le esigenze biomeccaniche e neurofisiologico-propricettive.

Obiettivi. L'obiettivo principale di questo studio è quello di valutare l'efficacia del protocollo conservativo in pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare.

Materiali e metodi. I pazienti sono stati sottoposti a un trattamento di rinforzo selettivo dei muscoli stabilizzatori attivi prossimali e distali, con sviluppo della capacità propriocettiva conscia e inconscia. Gli strumenti valutativi sono il range di movimento attivo dell'arto superiore lesionato e di quello sano, NPRS a riposo, durante le attività della vita quotidiana e in carico assiale, QDASH e PRWHE.

Risultati. Dai dati ottenuti nell'NPRS si può notare una significatività per tutte e tre le sfere. L'AROM nei movimenti più invalidanti è aumentato significativamente a T2 e una somiglianza a T2 fra lato sano e lesionato. Nelle scale funzionali c'è stato un miglioramento significativo nella PRWHE e nella QDASH.

Conclusioni. I risultati raggiunti con questo studio mettono in evidenza come un protocollo basato sulla riabilitazione propriocettiva e il reclutamento muscolare sia un percorso fondamentale per la gestione dei pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare.

Parole chiave: complesso della fibrocartilagine triangolare, protocollo conservativo, propriocezione, discinesia

Corrispondenza

Simone Seppi

E-mail: simone.seppi@gmail.com

Conflitto di interessi

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

Come citare questo articolo: Seppi S, Raccagni I, Ghezzi A, et al. Trattamento conservativo nelle lesioni pre-dinamiche del complesso della fibrocartilagine triangolare: approccio propriocettivo. Rivista Italiana di Chirurgia della Mano 2022;59:29-35. <https://doi.org/10.53239/2784-9651-2022-3>

© Copyright by Pacini Editore Srl



OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della licenza CC BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Summary

Introduction. The triangular fibrocartilage complex is one of the most frequent cause of ulnar pain and functional impotence in the wrist. Research is focused on finding rehabilitation strategies that combine biomechanical, neurophysiologic, and proprioceptive needs.

Objectives. The main objective of this study is to evaluate the effectiveness of the conservative protocol in patients with triangular fibrocartilage complex injury.

Materials and Methods. Patients underwent a treatment of selective strengthening of prox-

imal and distal active stabilizing muscles, with development of conscious and unconscious proprioceptive ability. Assessment tools were active range of motion of the injured and healthy upper limb, NPRS at rest, during activities of daily living and under axial loading, QDASH and PRWHE.

Results. The findings obtained in the NPRS demonstrate a decrease. The AROM in the movements with the greatest functional impact increased significantly at T2 and it was observed a similarity between healthy and injured side. In the functional scales there was a significant improvement in PRWHE and QDASH.

Conclusions. The results achieved with this study highlight that a protocol based on proprioceptive rehabilitation and muscle recruitment is a fundamental pathway for the management of patients with injury of the triangular fibrocartilage complex.

Key words: triangular fibrocartilage complex, conservative protocol, proprioception, dyskinesia

Introduzione

Un polso è definito stabile quando è in grado di mantenere le normali relazioni tra le ossa carpali durante il completo arco di movimento (ROM)¹. Una lesione di una parte del complesso assetto di legamenti del polso può potenzialmente rompere il delicato equilibrio fra le articolazioni, portando a un'alterata cinematica carpale, a un carico articolare anormale e a cambiamenti degenerativi secondari². Una delle principali cause è la lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare (TFCC)³.

La TFCC è un complesso cartilagineo e legamentoso formato dai legamenti ulno carpici, radio-ulnare volare e dorsale, menisco omologo e guaina dell'estensore ulnare del carpo che contribuiscono alla stabilizzazione dell'articolazione radio-ulnare distale. I muscoli stabilizzatori dinamici della TFCC sono l'estensore ulnare del carpo e il pronatore quadrato, i quali causano un aumento della compressione articolare⁴⁻⁷. Nell'articolazione del polso ci sono meccanorecettori che, quando stimolati, danno un segnale afferente che viene trasmesso al midollo spinale dove l'informazione fornisce un rapido controllo muscolare a livello dell'articolazione e viene trasmessa ai centri sovra-spinali. Il sistema propriocettivo comprende una parte di controllo conscio somato-sensoriale, il quale è adatto alle prime fasi di rieducazione e una seconda parte inconscia che consiste nella regolazione immediata della posizione e della stabilità articolare attraverso riflessi spinali con integrazione del planning del cervelletto⁸⁻¹⁰.

Il complesso della fibrocartilagine triangolare è particolarmente suscettibile sia alle lesioni traumatiche che a cambiamenti degenerativi successivamente a un carico cronico e ripetitivo¹¹. I meccanismi di lesione tipici del TFCC possono essere: cadute ad avambraccio pronato con polso in estensione; lesione data da rotazione dell'avambraccio; carico assiale del polso; lesione in distrazione sul lato ulnare del polso, quest'ultima meno comune³.

In questo articolo tratteremo le lesioni post-traumatiche pre-dinamiche e dinamiche. In entrambe queste condizioni, con una risonanza magnetica nucleare (RMN) è possibile ve-

rificare la presenza di una lesione a livello della TFCC, supportata anche dalla clinica in cui il paziente presenta uno stress test provocativo positivo e riferisce dolore durante i movimenti di prono-supinazione e di flesso-estensioni ma non presenta instabilità dell'articolazione radio-ulnare distale, sovrapponibile alle lesioni IA e IB di Palmer¹²⁻¹⁵.

Dall'analisi della letteratura emerge l'interesse e il costante miglioramento delle strategie per definire un approccio conservativo efficace, il cui razionale ha origine dalla biomeccanica e dal controllo neurofisiologico dei legamenti stessi^{16,17}. Questo studio ha come obiettivo primario la valutazione dell'efficacia del protocollo conservativo propriocettivo nel trattamento dei pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare.

Metodi

Selezione dei soggetti

Il reclutamento dei pazienti è avvenuto da giugno 2019 a ottobre 2021 presso le sedi del gruppo Multimedita in cui è stato successivamente eseguito il trattamento.

I criteri di inclusione erano:

- aver eseguito una RMN e successivamente una visita chirurgica presso l'ospedale Multimedita in cui è stata posta diagnosi di lesione traumatica IA o IB secondo Palmer del complesso della fibrocartilagine triangolare;
- scelta da parte del chirurgo del trattamento conservativo rispetto a quello chirurgico in base alla compliance, alla richiesta funzionale e al dolore del paziente;
- lesione acuta entro i 6 mesi dal trauma.

I criteri di esclusione erano:

- presenza di lesioni associate ad altre strutture che impedissero l'esecuzione degli esercizi proposti;
- presenza di patologie associate all'arto superiore;
- pazienti con scarsa compliance o motivazione al trattamento;
- mancato trattamento.

Tabella I. Dati demografici dei pazienti dello studio.

Numero di pazienti		18
Sesso	Maschi (%)	12 (66,67%)
	Femmine (%)	6 (33,33%)
Età media (ds)		42,33 (17,77)

I pazienti inclusi nello studio che hanno completato il trattamento conservativo sono 18. I dati demografici dei pazienti sono riportati nella Tabella I.

I pazienti eleggibili sono stati informati della tipologia di trattamento e hanno firmato un consenso informato.

Misure di outcome

I pazienti inclusi nello studio sono stati sottoposti a una valutazione eseguita da un terapista della mano a inizio del ciclo riabilitativo (T0), dopo 6 settimane (T1) e durante il follow-up dopo 12 settimane dall'inizio del trattamento (T2). A inizio trattamento è stata eseguita un'anamnesi del paziente.

Le scale di misura per la valutazione clinica sono state la *Numerical Pain Rate Scale* (NPRS), l'esame articolare attivo (*Active Range of Motion* o AROM), il *Patient Rated Wrist/Hand Evaluation* (PRWHE) e la versione breve del questionario *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (QDASH). L'NPRS è formato da 11 punti dove i punti estremi sono nessun dolore (0) e il peggior dolore possibile (10)¹⁸, al paziente è stato chiesto di quantificare il dolore a riposo, durante le attività di vita quotidiana e durante il carico assiale. L'AROM fornisce informazioni sull'abilità dei muscoli di produrre e trasmettere forze all'articolazione¹⁹, nella valutazione sono stati misurati in entrambi gli arti il valore in gradi della flessione ed estensione di gomito, pronazione e supinazione di avambraccio, deviazione radiale e ulnare, flessione ed estensione di polso. Nella valutazione è stato incluso il gomito essendo stato evidenziato durante la valutazione un atteggiamento in iperestensione rispetto al controlaterale, presumibilmente dato da ipostenia dei muscoli epitrocleari che fungono anche da flessori di gomito che possono influenzare la catena cinetica dell'arto superiore in toto.

La PRWHE è un questionario autosomministrato composto da 15 item che valuta il dolore a livello del polso e della mano e la disabilità nelle attività della vita quotidiana con un punteggio da 0 (punteggio migliore) a 100 (punteggio peggiore)²⁰.

La QDASH è un questionario autosomministrato composto da 11 item che valuta i sintomi e le funzioni dell'arto superiore in pazienti con uno o più disturbi muscoloscheletrici. Il punteggio è in percentuale da 0 (buona condizione) a 100 (disabilità grave)²¹.

Intervento

Il protocollo riabilitativo è basato sulla riabilitazione propriocettiva e neuromuscolare ed è distinto in due fasi; consiste in almeno 10 sedute di trattamento dalla durata di 30 minuti ciascuna eseguita con un terapista della mano. Nelle prime due settimane si eseguono due sedute a settimana, dalla terza si esegue solo una seduta.

La prima fase ha come obiettivi la diminuzione del dolore e il mantenimento del controllo durante tutto il range articolare attraverso l'esecuzione di esercizi in contrazione isometrica degli stabilizzatori dinamici in modo tale da ripristinare l'equilibrio muscolare dell'articolazione, ovvero l'estensore ulnare del carpo e il pronatore quadrato con l'obiettivo di stabilizzare l'articolazione radio-ulnare distale durante il movimento. Per il controllo propriocettivo sono fondamentali anche i muscoli stabilizzatori prossimali, per questo motivo dalla terza seduta sono inclusi degli esercizi di contrazione concentrica dei romboidi, del gran dentato, dei rotatori esterni di spalla e del bicipite in associazione alle contrazioni isometriche della muscolatura distale. Una parte essenziale in questa fase è la terapia occupazionale, eseguita in seconda seduta, con l'obiettivo di educare il paziente all'utilizzo corretto del polso per non stressare ulteriormente i legamenti lesionati.

La seconda fase del protocollo si basa sulla riabilitazione della propriocezione inconscia, ovvero si passa da un controllo conscio a un'attivazione del pattern di riflesso neuromuscolare deficitario a causa della lesione dei legamenti che hanno portato a una perdita del controllo propriocettivo, il quale è fondamentale per non sollecitare ulteriormente i legamenti lesionati nelle attività della vita quotidiana. In questa fase vengono svolti esercizi in carico assiale crescente e attività di vita quotidiana che causano carico a livello del polso.

Di seguito vengono descritte le linee guida per ogni seduta (Fig. 1).

• Settimana 1.

- Prima seduta: viene eseguita la valutazione iniziale (T0) e vengono insegnati gli esercizi in isometrica dei muscoli stabilizzatori attivi citati precedentemente con avambraccio in pronazione appoggiato su una superficie e con il polso e la mano non in appoggio fuori dal tavolo. In queste prime sedute è necessario che il paziente comprenda come reclutare correttamente il muscolo. Gli esercizi devono essere ripetuti due volte al giorno eseguendo 3 serie da 10 ripetizioni.
- Seconda seduta: si esegue una seduta di terapia occupazionale, in cui si chiede al paziente quali sono le attività della vita quotidiana che vengono svolte con dolore o difficoltà e si propone di modificare il gesto o trovare strategie alternative per evitare la comparsa

Settimane	1		2		3	4	5	6	7	8	12
Sedute	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Controllo	Conscio						Inconscio				
Isometrica distale	■	■									
Terapia Occupazionale		■									
Concentrica distale			■	■	■	■	■	■	■	■	
Eccentrica distale				■	■	■	■	■	■	■	
Concentrica prossimale ed isometrica distale			■	■	■	■	■	■	■	■	
Concentrica prossimale, isometrica distale e carico assiale							■	■	■	■	
Valutazione	T0							T1			T2

Figura 1. Grafico descrittivo del protocollo di trattamento conservativo.

del sintomo. Gli esercizi rimangono invariati dalla seduta precedente e vengono rivisti per controllare che l'esecuzione sia corretta.

• **Settimana 2.**

- Terza seduta: viene richiesta l'attivazione concentrica dei muscoli stabilizzatori attivi. In questa seduta vengono aggiunti anche gli esercizi di contrazione concentrica della muscolatura prossimale dell'arto superiore, ovvero dei romboidi, del gran dentato, dei rotatori esterni di spalla, associati a contrazioni isometriche distali dell'estensore ulnare del carpo, nell'esecuzione di questi esercizi è utile l'utilizzo dello specchio in modo tale che il paziente possa controllare la postura. Il paziente deve eseguire una volta al giorno 3 serie da 20 o 30 ripetizioni con 1 minuto di pausa tra una serie e l'altra.
- Quarta seduta: vengono rivisti gli esercizi della seduta precedente per controllare che siano eseguiti adeguatamente e il paziente viene istruito nell'esecuzione di esercizi in contrazione eccentrica in cui deve mantenere la posizione co-attivando i muscoli antagonisti del movimento.

• **Settimana 3.**

- Quinta seduta: vengono rivisti gli esercizi, i quali saranno da eseguire due volte al giorno a casa.

• **Settimana 4.**

- Sesta seduta: si ripetono i medesimi esercizi.

• **Settimana 5.**

- Settima seduta: viene associato il carico assiale agli esercizi di contrazione concentrica della muscolatura prossimale e isometrica di quella distale, al paziente viene richiesto di eseguire i medesimi esercizi con la mano appoggiata a un tavolo con carico assiale pro-

gressivo con gomito esteso. In questa seduta è fondamentale la supervisione del terapeuta per controllare che gli esercizi vengano compiuti correttamente sia a livello del polso che del gomito, il quale non deve andare in iperestensione. Il paziente deve eseguire questi esercizi una volta al giorno con 3 serie da 10/20 ripetizioni.

• **Settimana 6.**

- Ottava seduta: viene eseguita la seconda valutazione (T1) e vengono rivisti gli esercizi.

• **Settimana 7.**

- Nona seduta: si ripetono gli esercizi e verranno eseguiti due volte al giorno a casa.

• **Settimana 8.**

- Decima seduta: si riesegono gli esercizi aumentando il carico gradualmente fino al ritorno all'eventuale attività sportiva.

• **Settimana 12.**

- Si esegue la valutazione di follow-up (T2).

Analisi statistica

Per determinare l'effetto del protocollo sui pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare è stato eseguito un confronto fra i risultati pre e post trattamento utilizzando il test dei ranghi con segno di Wilcoxon per dati appaiati considerando il p minore di 0,05 come livello di significatività. Nel confronto fra lato sano e lato lesionato è stato eseguito il test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti considerando come livello di significatività il 5%.

Tutte le analisi statistiche sono state eseguite con l'utilizzo del *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) per Windows.

Risultati

Osservando i dati ottenuti nell'NPRS si può notare una significatività per quanto riguarda tutte e tre le sfere ($p = 0,002$) con una diminuzione media di 43,19 punti percentuali (Tab. II). Anche in questo caso l'analisi dell'AROM si è concentrata sui valori che causano maggiore impotenza funzionale nei pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare, ovvero la flessione-estensione di polso ($p < 0,001$), la prono-supinazione di avambraccio ($p < 0,001$) e l'estensione di gomito ($p < 0,001$). I pazienti hanno riportato una differenza significativa fra T0 e T2 in tutti i domini (Tab. III).

Considerando il confronto fra AROM massimale del lato lesionato e del lato sano si può evidenziare che a inizio trattamento era presente una grande differenza nel range di movimento, mentre a fine trattamento i due valori si può accettare l'ipotesi di uguaglianza fra lato sano e lato lesionato ($p > 0,005$) (Tab. III).

Per quanto concerne le scale funzionali è stato evidenziato un miglioramento statisticamente significativo nella PRWHE ($p < 0,001$) con una diminuzione del punteggio totale di 55,19 punti percentuali e nella QDASH ($p < 0,001$) di 72,31 punti percentuali (Tab. II).

Discussione

La gestione iniziale di una lesione sospetta del complesso della fibrocartilagine triangolare dipende dalla gravità dell'instabilità, dalla cronicità e dalla varianza ulnare. In una

lesione acuta, il trattamento conservativo con uno splint è il primo trattamento scelto, l'intervento chirurgico è indicato in presenza di una persistente instabilità dell'articolazione radio-ulnare distale dopo aver completato il percorso conservativo, una storia di dolore al polso cronico o acuto e una varianza ulnare di 2-3 mm²².

In un case report del 2019, Chen¹⁶ ha proposto un programma riabilitativo sensorimotorio composto da quattro fasi per un totale di nove trattamenti in tre mesi. La prima fase è durata cinque settimane con l'obiettivo di controllare il dolore, tramite l'utilizzo di laser terapia, e di mantenere il ROM, con l'esecuzione di DTM e movimenti di polso in catena cinetica chiusa, inoltre è stato confezionato un tutore di polso da mantenere durante le AVQ. La seconda fase è iniziata alla sesta seduta e prevedeva un rinforzo isometrico degli stabilizzatori dell'articolazione radio-ulnare distale, ovvero l'estensore ulnare di carpo e il pronatore quadrato. A partire dalla settimana seduta ebbe inizio il rinforzo tramite attività di sollevamento pesi, coordinazione ed equilibrio. L'ultima fase ebbe inizio alla nona seduta e porta a una normalizzazione del movimento e della funzione del polso tramite un carico assiale su una palla posizionata sul tavolo controllando i movimenti del polso e gli esercizi PNF con *theraband*. Le misure di outcome hanno evidenziato l'efficacia di questo protocollo sul paziente.

Anche in uno studio pubblicato nel 2019 condotto da Bonhof-Jansen¹⁷ viene proposto un programma di rinforzo della stabilità dell'articolazione radio-ulnare distale in pazienti acuti, subacuti e cronici con lesione 1B del complesso della

Tabella II. Valori medi delle scale di valutazione a T0 e T2.

	Media T0 (ds)	Media T2 (ds)
NPRS a riposo	3,33 (2,14)	1,78 (2,10)
NPRS durante le ADL	5,50 (1,79)	3,22 (1,44)
NPRS con carico assiale	6,61 (2,45)	3,72 (1,60)
PRWHE	52,53 (20,74)	21,42 (10,66)
QDASH	52,15 (18,04)	12,63 (12,50)

NPRS: Numerical Pain Rate Scale; PRWHE: Patient Rated Wrist/Hand Evaluation; QDASH: versione breve del questionario Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand.

Tabella III. Valori medi dei gradi di movimento a T0 e T2.

	Media T0 (ds)	Media T2 (ds)	Media sano (ds)
Flessione polso	60,06 (15,40)	74,89 (8,00)	78,94 (5,72)
Estensione polso	56,61 (14,83)	72,39 (8,25)	76,72 (5,10)
Pronazione	76,67 (9,41)	85,11 (8,52)	87,17 (4,78)
Supinazione	80,22 (14,72)	85,11 (8,31)	88,33 (2,79)
Estensione di gomito	6,89 (5,10)	1,72 (2,63)	3,06 (3,89)

fibrocartilagine triangolare. Il programma si basa sull'aumento della forza dei muscoli stabilizzatori dinamici con esercizi propriocettivi, statici e dinamici del polso con una maggiore attenzione sui muscoli pronatore quadrato ed estensore ulnare del carpo. Nel primo mese i pazienti erano seguiti una volta a settimana, successivamente la frequenza poteva essere diminuita a una sessione ogni due settimane. I pazienti erano istruiti a eseguire gli esercizi una volta al giorno per tre mesi, il livello di rinforzo e la progressione era determinata dalla funzione neuromuscolare del paziente e gli esercizi erano regolati progressivamente secondo il livello dell'attività e gli obiettivi funzionali del paziente nei tre mesi. I risultati sono promettenti per questo tipo di programma riabilitativo rispetto al trattamento chirurgico con minore rischio, inoltre ha evidenziato un minor punteggio nella PRWHE a tre mesi in confronto ai risultati post-chirurgia rilevati in letteratura.

I pazienti del nostro campione affetti da lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare hanno evidenziato un grande miglioramento sia nel dolore che nell'AROM massimale, in particolare nella flessione-estensione di polso, la prono-supinazione di avambraccio e l'estensione di gomito. Nella pratica clinica osservare un così grande miglioramento tra il T0 e il T2 per quanto concerne le scale funzionali è motivante, perché l'esercizio specifico, sia di rinforzo che di aumento del ROM, sono delle tappe obbligatorie nel percorso terapeutico, ma avere un riscontro anche dal punto di vista funzionale nell'esecuzione delle attività completa l'approccio multisettoriale del nostro lavoro.

Il punto forte del nostro gruppo, rispetto ai protocolli riportati in letteratura, è il miglioramento uniforme dei pazienti, dato dal trattamento iniziato in fase acuta e all'omogeneità del campione.

Conclusioni

L'instabilità creata da questo tipo di condizione richiede una gestione a lungo termine, per questo motivo la presa in carico deve essere in fase acuta e sub-acuta, nonostante la letteratura suggerisca un approccio anche per i pazienti cronici. I pazienti necessitano di una valutazione preliminare sia dal punto di vista diagnostico e che del reclutamento muscolare selettivo. I risultati raggiunti con questo studio mettono in evidenza come un protocollo basato sulla riabilitazione propriocettiva e il reclutamento muscolare sia un percorso fondamentale per la gestione dei pazienti con lesione del complesso della fibrocartilagine triangolare.

Gli esiti di questo studio, nonostante siano incoraggianti e avvalorano le tesi riportate in letteratura scientifica, possono essere usati solo come punto di partenza per futuri trial clinici randomizzati con un campione più ampio.

Bibliografia

- 1 Esplugas M, Garcia-Elias M, Lluch A, et al. Role of muscles in the stabilization of ligament-deficient wrists. *J Hand Ther* 2016;29:166-174. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.03.009>
- 2 Padmore CE, Stoesser H, Langohr GDG, et al. Carpal kinematics following sequential scapholunate ligament sectioning. *J Wrist Surg* 2019;8:124-131. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1676865>
- 3 Ahn AK, Chang D, Plate AM. Triangular fibrocartilage complex tears: a review. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2006;64:114-118.
- 4 Nakamura T. Anatomy and Biomechanics of the Distal Radioulnar Joint (DRUJ). In: del Piñal F (ed.). *Arthroscopic management of ulnar pain*. Springer Berlin Heidelberg 2012, pp. 15-23. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30544-3_2
- 5 Mesplé G, Grelet V, Léger O, et al. Rehabilitation of distal radioulnar joint instability. *Hand Surg Rehabil* 2017;36:314-321. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2017.02.005>
- 6 Neumann DA, Kelly ER, Kiefer CL, et al. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. Third edition. Elsevier 2017.
- 7 Martins T, Marappa-Ganeshan R. Anatomy, shoulder and upper limb, forearm triangular fibrocartilage complex. *StatPearls: StatPearls Publishing* 2020. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554564 (accessed March 5, 2020).
- 8 Hagert E, Lluch A, Rein S. The role of proprioception and neuromuscular stability in carpal instabilities. *J Hand Surg Eur Vol* 2016;41:94-101. <https://doi.org/10.1177/1753193415590390>
- 9 Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S, et al. Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. *J Hand Surg Am* 2007;32:30-36. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2006.10.005>
- 10 Hagert E, Ljung BO, Forsgren S. General innervation pattern and sensory corpuscles in the scapholunate interosseous ligament. *Cells Tissues Organs* 2004;177:47-54. <https://doi.org/10.1159/000078427>
- 11 Pulos N, Kakar S. Hand and wrist injuries: common problems and solutions. *Clin Sports Med* 2018;37:217-243. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2017.12.004>
- 12 Prosser R, Harvey L, LaStayo P, et al. Provocative wrist tests and MRI are of limited diagnostic value for suspected wrist ligament injuries: a cross-sectional study. *J Physiother* 2011;57:247-253. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70055-8](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70055-8)
- 13 Luetkens KS, Laas SF, Haßler S, et al. Contrast-enhanced MRI of the wrist: Intravenous application of gadolinium improves diagnosis in ulnar-sided injuries of the TFCC. *Eur J Radiol* 2021;143:109901. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109901>
- 14 Oneson SR, Scales L, Timins M, et al. MR imaging interpretation of the Palmer classification of triangular fibrocartilage complex lesions. *Radiographics* 1996;16:97-106. <https://doi.org/10.1148/radiographics.16.1.97>
- 15 Pamelin E, Zoccolan A, Gastaldo A, et al. Proposta di algoritmo diagnostico nella valutazione delle lesioni tipo 1B della TFCC. *Rivista Italiana di Chirurgia della Mano* 2011;1:40-46.

- ¹⁶ Chen Z. A novel staged wrist sensorimotor rehabilitation program for a patient with triangular fibrocartilage complex injury: a case report. *J Hand Ther* 2019;32:525-534. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.04.003>
- ¹⁷ Bonhof-Jansen E, Kroon G, Brink S, et al. Rehabilitation with a stabilizing exercise program in triangular fibrocartilage complex lesions with distal radioulnar joint instability: a pilot intervention study. *Hand Therapy* 2019;24:116-122. <https://doi.org/10.1177/1758998319861661>
- ¹⁸ Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs* 2005;14:798-804. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2005.01121.x>
- ¹⁹ Horger MM. The reliability of goniometric measurements of active and passive wrist motions. *Am J Occup Ther* 1990;44:342-348. <https://doi.org/10.5014/ajot.44.4.342>
- ²⁰ Fairplay T, Atzei A, Corradi M, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Italian version of the patient-rated wrist/hand evaluation questionnaire. *J Hand Surg Eur Vol* 2012;37:863-870. <https://doi.org/10.1177/1753193412445160>
- ²¹ Beaton DE, Wright JG, Katz JN; Upper Extremity Collaborative Group. Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1038-1046. <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.02060>
- ²² Carratalá Baixauli V, Lucas García FJ, Martínez Andrade C, et al. All-arthroscopic triangular fibrocartilage complex ligamentoplasty for chronic DRUJ instability. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2019;23:44-51. <https://doi.org/10.1097/BTH.0000000000000222>