

 **Biblioteca digital**

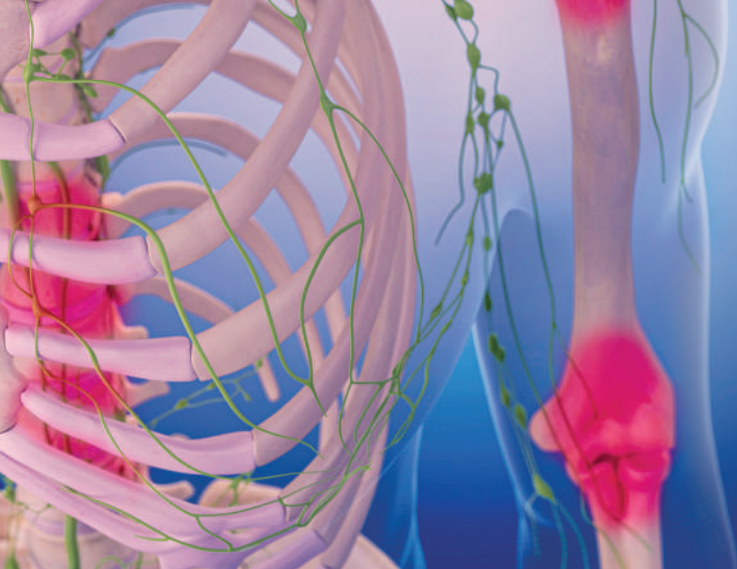
Incluye **e-Book**

EDITORES

GRANT COOPER
JOSEPH HERRERA
JASON KIRKBRIDE
ZACHARY PERLMAN

MEDICINA REGENERATIVA PARA LA COLUMNA VERTEBRAL Y EL DOLOR ARTICULAR


AMOLCA



MEDICINA REGENERATIVA PARA LA COLUMNA VERTEBRAL Y EL DOLOR ARTICULAR

Grant Cooper

Princeton Spine and Joint Center
Princeton, NJ
NJ, EUA

Joseph Herrera

Departamento de Medicina de Rehabilitación
Hospital Mount Sinai
NY, EUA

Jason Kirkbride

Princeton Spine and Joint Center
NJ, EUA

Zachary Perlman

Princeton Spine and Joint Center
NJ, EUA

2023



Contenido

1	Introducción a la medicina regenerativa	1
	Grant Cooper, Joseph Herrera, Jason Kirkbride y Zachary Perlman	
2	Conceptos de ciencia básica en la medicina regenerativa musculoesquelética	5
	Allison C. Bean	
3	Viscosuplementación	29
	Krutika Parasar Raulkar	
4	Células madre	43
	Nadia N. Zaman y Dayna McCarthy	
5	Plasma rico en plaquetas	55
	Xiaoning (Jenny) Yuan y Alfred C. Gellhorn	
6	Proloterapia	87
	Caroline Schepker, Behnum Habibi y Katherine V. Yao	
7	Medicina regenerativa para la columna	103
	Anthony J. Mazzola y David A. Spinner	
8	Medicina regenerativa para el hombro	167
	Eliana Cardozo y Jonathan Ramin	
9	Medicina regenerativa para el codo	181
	Allison N. Schroeder, Michael Guthrie, Stephen Schaaf y Kentaro Onishi	
10	Medicina regenerativa para el dolor de manos y muñecas	201
	Anokhi Mehta y Gerardo Miranda-Comas	

11	Medicina regenerativa para la cadera	209
	Walter Alomar-Jimenez y Gerardo Miranda-Comas	
12	Medicina regenerativa para la rodilla	219
	Mariam Zakhary y Gerardo Miranda-Comas	
13	Medicina regenerativa para el pie y el tobillo	225
	Emily N. Fatakhov, Tina Bijlani y Richard G. Chang	
14	El futuro de la medicina regenerativa	245
	Andrew Creighton y Jonathan S. Kirschner	
	Índice alfabético	263



Medicina regenerativa para el dolor de manos y muñecas

10

Anokhi Mehta y Gerardo Miranda-Comas

Osteoartritis

La osteoartritis (OA) o enfermedad degenerativa de las articulaciones (DJD, por sus siglas en inglés), al igual que puede afectar cualquier otra articulación del cuerpo, puede afectar la mano y la muñeca. Actualmente, los tratamientos que se realizan suelen ser paliativos y analgésicos y van desde el manejo conservador hasta el quirúrgico. Las intervenciones no farmacológicas incluyen técnicas de protección articular, uso de férulas, dispositivos de asistencia para realizar ADLs y modalidades físicas. Las intervenciones farmacológicas incluyen medicamentos tópicos u orales [1]. Aunque el American College of Rheumatology (ACR, por sus siglas en inglés) no recomienda las inyecciones intraarticulares [1], a menudo se utilizan en pacientes refractarios a otros tratamientos.

La prevalencia de artritis de la articulación carpometacarpiana (CMC, por sus siglas en inglés) en hombres es del 21 al 27 % y en las mujeres del 24 al 29 % [2]. La artritis CMC puede provocar dolor, debilidad y deformidad [3]. En primer lugar, deben intentarse tratamientos no farmacológicos y farmacológicos, incluida una férula en espiga para el pulgar y/o terapia manual [4]. Se pueden utilizar modalidades como calor, hielo, estimulación eléctrica transcutánea y ultrasonido terapéutico. Si fracasa el tratamiento no farmacológico, se puede intentar el tratamiento farmacológico.

El tratamiento farmacológico consiste en medicamentos e inyecciones orales o tópicos. Los medicamentos orales incluyen acetaminofén o paracetamol, varios antiinflamatorios (NSAIDs, esteroides), agentes neuropáticos (gabapentina, pregabalina), SSRI (duloxetina) y glucosamina condroitina. Los medicamentos tópicos disponibles incluyen capsaicina, lido-caína y diclofenaco. Estos agentes están disponibles en varias preparaciones como parches, geles o ungüentos. Las inyecciones disponibles son inyecciones de esteroides y de viscosuplementación, aunque faltan pruebas de su eficacia [4].

A. Mehta · G. Miranda-Comas (✉)

Department of Rehabilitation and Human Performance,
Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA
e-mail: Gerardo.Miranda-comas@mountsinai.org

Si estos tratamientos farmacológicos y no farmacológicos fracasan, la cirugía sigue siendo una opción. Según Vermeulen y colaboradores se realizan ocho procedimientos quirúrgicos habituales para la artritis CMC, pero no se ha demostrado que uno sea superior a los demás [3].

Con el advenimiento de las técnicas de medicina regenerativa, existe un tratamiento disponible que potencialmente puede regenerar o curar el cartílago y el hueso artrítico. En este momento, no se han realizado estudios sobre los efectos del plasma rico en plaquetas (PRP) o la terapia con células madre en la OA de mano o muñeca. Sin embargo, existen estudios que analizan los efectos de la terapia con células madre y el PRP en la OA de cadera y rodilla.

Se ha demostrado que las inyecciones intraarticulares de PRP son eficaces para la artritis de rodilla; por lo tanto, las inyecciones de PRP intraarticular para la artritis de la articulación CMC también podrían ser eficaces. Dai y colaboradores realizaron un metaanálisis que incluyó diez estudios los cuales analizaron el PRP para la osteoartritis de rodilla frente a la solución salina o viscosuplementación [5]. Por lo tanto, el estudio mostró que el PRP y la viscosuplementación tenían resultados similares con respecto al alivio del dolor y la mejora funcional a los 6 meses de la inyección. Sin embargo, a los 12 meses de la inyección, el PRP demostró un mayor alivio del dolor y una mejoría funcional. Además, el PRP demostró un mayor alivio del dolor y una mejoría funcional en comparación con la solución salina a los 6 y 12 meses de la inyección [5].

De manera similar, el uso de células madre ha demostrado resultados positivos en varios estudios para la OA de rodilla; por lo tanto, su uso para la OA de muñeca/mano también puede ser beneficioso. Jayaram y colaboradores revisaron estudios que analizaron la eficacia de las células madre derivadas de la médula ósea (BMSC, por sus siglas en inglés) y las células madre derivadas de tejido adiposo (ADSC, por sus siglas en inglés) en la OA de rodilla en modelos animales y humanos [6]. Varios estudios demostraron la regeneración y mejora en la calidad del cartílago articular de la rodilla después de la inyección intraarticular con BMSCs; esto se determinó mediante resonancia magnética, examen macroscópico y examen histológico. Junto con la mejora en la calidad del cartílago, BMSC disminuyó la tasa de daño articular y degeneración del cartílago. También se observó una mejoría del dolor después de la inyección con BMSC en los individuos [6]. Y, del igual modo, se demostró que la inyección intraarticular con ADSCs ralentiza la progresión OA de la rodilla al reducir la velocidad de degeneración del cartílago. El dolor y la función también mejoraron después del tratamiento con ADSC [6].

Las células madre mesenquimales, como las BMSCs y las ADSCs, y las inyecciones de PRP han demostrado constantemente un alto perfil de seguridad cuando se utilizan para afecciones musculoesqueléticas, como la OA. Además, los estudios sobre la artrosis de rodilla han demostrado su eficacia; por lo tanto, estas intervenciones, con el protocolo adecuado, también podrían aplicarse a la artritis de la articulación CMC.

Tendinopatías

Además de ser beneficioso para la OA en la mano y la muñeca, la medicina regenerativa puede ser beneficiosa cuando se tratan diferentes tendinopatías en la mano y la muñeca,

siendo las más comunes: el síndrome de intersección, el De Quervain, la lesión del tendón extensor cubital del carpo y el dedo en gatillo o la tenosinovitis estenosante.

La tenosinovitis de De Quervain se debe al uso excesivo y es el resultado del engrosamiento del primer retináculo extensor en la muñeca. Ocurre debido al movimiento repetitivo de los tendones del abductor *pollicis longus* (APL, por sus siglas en inglés) y del extensor *pollicis brevis* (EPB, por sus siglas en inglés) a medida que atraviesan el primer compartimento dorsal de la muñeca por debajo del primer retináculo extensor [7]. En el examen físico, se encontrará dolor a la palpación en el primer compartimento dorsal con posible inflamación local. La prueba de Finkelstein se realiza colocando el pulgar dentro de un puño cerrado y una desviación cubital en la muñeca. La prueba se considera positiva si reproduce dolor sobre la estiloides radial. Actualmente, el tratamiento conservador consiste en antiinflamatorios orales, crema tópica, férula en espiga para el pulgar, terapia ocupacional e inyección de esteroides guiada por ecografía en el primer compartimento dorsal si el dolor y el deterioro funcional son lo suficientemente graves. Si el tratamiento conservador falla, la apertura quirúrgica del primer compartimento dorsal es una opción [7].

El síndrome de intersección es otro trastorno por uso excesivo de la muñeca y otra causa de dolor. Este trastorno produce dolor en la zona dorsal del antebrazo aproximadamente a 4-8 centímetros proximal al tubérculo de Lister [8]. La fricción entre los tendones APL y EPB y los tendones extensor *carpi radialis brevis* y *longus* (ECRB y ECRL) produce inflamación y dolor. Se puede observar edema y dolor en el sitio de intersección entre estos tendones. Se ha descrito crepitación en el sitio, junto con dolor que empeora con la actividad y el uso. Es un diagnóstico clínico, pero se puede realizar una ecografía y/o una MRI para su confirmación. El tratamiento conservador debe intentarse primero con reposo, analgesia e inmovilización. En algunos casos, esto puede no ser suficiente para reducir la inflamación, y se justifica una inyección de esteroides de la vaina del tendón guiada por ultrasonido. La hidrodissección salina para reducir las adherencias también se ha descrito como un tratamiento intervencionista [9].

Otra lesión común por uso excesivo en la mano/muñeca es la tendinopatía del extensor *carpi ulnaris* (ECU, por sus siglas en inglés). Esta patología se encuentra comúnmente en atletas que usan palos [10]. La ECU está en el sexto compartimento extensor de la muñeca. A diferencia de los otros cinco compartimentos, el sexto compartimento se encuentra a lo largo del cúbito, no del radio. Otra característica inusual de ECU es que no está alojada exclusivamente en el retináculo extensor; también hay una subvaina del tendón del ECU. Hay dos tipos de tendinopatía del ECU que pueden ocurrir. Uno es una tendinopatía constrictiva: el ECU se comprime dentro de la subvaina del tendón del ECU. El otro tipo es una tendinopatía no constrictiva; esto implica subluxación o luxación del tendón [10].

Clínicamente, en el examen, el médico encontrará debilidad del ECU y dolor a la palpación sobre la cara dorsal-cubital de la muñeca. Muchas personas describen el dolor como una sensación de ardor. Rara vez hay antecedentes de traumatismo o lesión específica de la muñeca en personas con tendinopatía constrictiva. Aquellos que tienen una tendinopatía no constrictiva típicamente tendrán antecedentes de una lesión por hipersupinación con desviación cubital y flexión de la muñeca. El edema se puede ver a lo largo del sexto compartimento dorsal de la muñeca. El diagnóstico de una lesión del ECU se realiza clínicamente, pero a menudo también se producen lesiones concomitantes, como desgarros de fibrocartílagos triangulares (TFCC, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, es aconsejable solicitar una MRI

para delimitar mejor cualquier lesión concomitante y evaluar el estado del tendón [10]. El tratamiento de una tendinopatía del ECU depende del tipo de tendinopatía: constrictiva o no constrictiva. En las tendinopatías constrictivas, el objetivo del tratamiento es evitar la rotura del tendón y un mayor deterioro del tendón del ECU. En las tendinopatías no constrictivas, el objetivo del tratamiento es estabilizar el tendón del ECU y restablecer la alineación anatómica normal. La inmovilización con una férula durante 2 a 3 semanas, los antiinflamatorios orales o tópicos y la terapia ocupacional son el tratamiento inicial para las tendinopatías constrictivas. La férula debe mantener el antebrazo en pronación con la muñeca extendida y con una ligera desviación cubital. Si está indicado, se puede realizar una inyección de esteroides guiada por ecografía en la subvaina del tendón. Si todos los tratamientos anteriores fallan, se puede considerar la liberación quirúrgica del tendón. En las tendinopatías no constrictivas del ECU, normalmente se recomienda la reducción abierta y la reconstrucción [10].

El dedo en gatillo, o tenosinovitis estenosante, es otra tendinopatía común de la mano. Tiene una prevalencia del 2-3 % de la población. Los individuos se presentan con bloqueo y dolor en el dedo afectado. También se puede sentir un nódulo palpable. Los individuos pueden tener un dedo en gatillo de uno a varios dedos, y puede aparecer de forma unilateral o bilateral. El manejo comienza con un tratamiento conservador mediante terapia ocupacional y modificación del uso de las manos (ocupacional y ADLs) si es necesario. Si los síntomas persisten, se puede realizar una inyección de esteroides guiada por ecografía en la vaina del tendón debajo de la polea A1. Si los síntomas persisten después de una inyección de esteroides, se puede considerar la liberación quirúrgica de la polea A1 [11].

Aunque la medicina regenerativa en el tratamiento de lesiones por uso excesivo en la muñeca y la mano no se ha documentado lo suficiente al momento de escribir este texto, existe literatura sobre el uso de PRP específicamente en otras lesiones por uso excesivo. El uso de PRP para tratar la tendinopatía rotuliana se ha documentado en series de casos y pequeños ensayos controlados aleatorios [12]. Principalmente debido a la falta de estandarización del protocolo para la preparación del aspirado o la técnica de inyección (infiltración con o sin tenotomía con aguja), todavía existe controversia en el uso de PRP para lesiones de tejidos blandos [13]. Sin embargo, Mautner y colaboradores realizaron un estudio retrospectivo sobre la eficacia de la tenotomía ecoguiada y la inyección de PRP en pacientes con tendinopatía crónica: epicondilitis lateral y medial, tendinitis rotuliana, tendinitis de Aquiles, tendinitis del manguito rotador, tendinitis de los isquiotibiales y tendinitis del glúteo medio [14]. Demostraron una mejora moderada (> 50 %) del dolor después de las inyecciones de PRP guiadas por ecografía para la tendinopatía crónica. La patología de la tendinosis es similar independientemente de la ubicación. Por lo tanto, se puede esperar razonablemente que el PRP sea eficaz en las tendinopatías crónicas de la mano, pero se necesitan más investigaciones. Además, no se ha estudiado el uso de células madre para tendinopatías, y actualmente no se recomienda su uso en otras tendinopatías más comunes, como la lesión del manguito rotador [15].

Lesiones ligamentosas

Dos lesiones ligamentosas importantes que pueden ocurrir en la mano y la muñeca son las del ligamento escafolunar y del ligamento colateral cubital (UCL). El ligamento escafolunar

es una de las membranas interóseas de la muñeca. Las lesiones del ligamento escafolunar suelen ocurrir con una caída sobre una mano extendida. Estas lesiones suelen observarse concomitantemente con una fractura del radio distal, una luxación perilunada o una fractura de escafoides. Alternativamente, pueden verse como una lesión aislada [16]. Las lesiones escafolunar agudas se presentan con tumefacción aguda sobre la caja de rapé anatómica y la articulación radiocarpiana. Las personas con una lesión escafolunar experimentarán debilidad y dolor, así como inestabilidad. El tratamiento de la disociación estática aguda del ligamento escafolunar es quirúrgico, con reducción cerrada y fijación o con reducción abierta y reparación del ligamento. Las lesiones agudas de los ligamentos parciales sin ninguna de las deformidades por colapso se tratan mejor con un yeso en espiga de pulgar de brazo corto durante al menos 6 semanas [16, 17].

De manera similar, la lesión de UCL, el pulgar del esquiador o el pulgar del guardabosques es una lesión que afecta la estabilidad de la cara medial de la primera articulación MCP, donde los desgarros de primer y segundo grado pueden tratarse mediante inmovilización con un yeso en espiga de pulgar de antebrazo durante 4 semanas. Después de 2 semanas, se puede cambiar el yeso y, si el paciente no siente dolor, se puede usar una férula removible y comenzar los ejercicios de ROM. Una fractura por avulsión no desplazada se puede tratar con un yeso durante cuatro a seis semanas. Se debe considerar el tratamiento quirúrgico si la fractura por avulsión es mayor del 10-15 % de la superficie articular, si el desplazamiento es mayor de 2-3 milímetros o si hay angulación [18, 19]. No existen estudios ni reportes de casos sobre el uso de intervenciones regenerativas para este tipo de lesiones, pero, en teoría, podrían ser beneficiosas, especialmente en desgarros parciales donde se prefiere el tratamiento no quirúrgico.

Otras lesiones de tejidos blandos

Una patología común de la muñeca es el síndrome del túnel carpiano (CTS, por sus siglas en inglés) o neuropatía mediana en la muñeca. El CTS puede provocar parestesia en el pulgar, el dedo índice, el dedo medio y el lado radial del cuarto dedo. En casos extremos, los individuos pueden tener debilidad tenar [20]. El tratamiento conservador consiste en entablillado nocturno, medicación oral y terapia ocupacional. Si estos tratamientos fallan, se puede intentar una inyección de esteroides guiada por ecografía. Los casos refractarios al tratamiento conservador o aquellos con evidencia de lesión axonal pueden derivarse para descompresión quirúrgica.

Ahora, con el advenimiento de la medicina regenerativa, existe una opción adicional para las personas que padecen CTS. La evidencia científica ha demostrado resultados mixtos sobre la eficacia del PRP como tratamiento para CTS. Malahias y colaboradores y Özçakar y colaboradores demostraron un beneficio adicional de una sola inyección de PRP en el túnel carpiano en comparación con las férulas nocturnas y el grupo de modificación de la actividad solamente [21, 22]. Por otro lado, Raeissadat y colaboradores encontraron que, aunque seguro, a corto plazo, el PRP más la férula no es más eficaz que la férula para reducir el dolor, la gravedad de los síntomas y el estado funcional en el síndrome del túnel carpiano leve y moderado [23]. Como se vio anteriormente en otras patologías, el PRP pare-

ce ser seguro, pero su eficacia en el tratamiento para la mayoría de las afecciones de MSK sigue siendo cuestionable; sin embargo, es una opción de tratamiento viable antes de tener que considerar la cirugía en afecciones como el CTS.

Otra patología común de la muñeca es la lesión del complejo de fibrocartílago triangular (TFCC, por sus siglas en inglés). El TFCC estabiliza la articulación radiocubital distal. Consiste en el ligamento cubital, homólogo meniscal, disco articular, ligamento radiocubital dorsal, ligamento radiocubital volar, ligamento cubital ulnolunato y ligamento colateral cubital. La lesión del complejo produce dolor en el lado cubital e inestabilidad de la articulación radiocubital distal [24]. Se ve comúnmente en atletas que usan bates, palos o raquetas. Las personas informan un dolor profundo, un clic con pronación-supinación del antebrazo y dolor al agarrar. Debe obtenerse una MRI si se sospecha una lesión de TFCC para delinear la extensión de la lesión y buscar cualquier lesión concomitante. Como se mencionó anteriormente, las lesiones del ECU se pueden ver con las lesiones de TFCC. Sin embargo, el estándar de oro para el diagnóstico es la artroscopia de muñeca. Los individuos activos con sospecha de desgarros del TFCC deben someterse a una artroscopia de muñeca para un posible desbridamiento de los desgarros centrales o reparación de los desgarros periféricos [25]. Al igual que en otras patologías de la mano y la muñeca, no existe evidencia en la literatura del uso de intervenciones de medicina regenerativa en las lesiones del TFCC, pero es una posible alternativa a la cirugía.

Conclusión

Existe una evidencia científica muy limitada sobre la eficacia de las intervenciones en la medicina regenerativa para tratar las lesiones de la mano y la muñeca. La principal razón de esto es la falta de estudios enfocados en esta área anatómica. Sin embargo, existe alguna evidencia de PRP y células madre para patología similar, OA, tendinopatía y lesión de ligamentos, en otras áreas del cuerpo que ha demostrado consistentemente un alto perfil de seguridad, pero resultados mixtos en valores positivos. Estos procedimientos parecen seguros; por lo tanto, pueden recomendarse como una alternativa a los pacientes refractarios a las modalidades conservadoras comprobadas que no desean someterse a una cirugía.

Referencias

1. Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res.* 2012;64(4):465–74.
2. Haugen IK, Englund M, Aliabadi P, Niu J, Clancy M, Kvien TK, et al. Prevalence, incidence and progression of hand osteoarthritis in the general population: the Framingham Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis.* 2011;70(9):1581–6.
3. Vermeulen GM, Slijper H, Feitz R, Hovius SER, Moojen TM, Selles RW. Surgical management of primary thumb carpometacarpal osteoarthritis: a systematic review. *J Hand Surg Am.* 2011;36(1):156–69.
4. Kroon FPB, Carmona L, Schoones JW, Kloppenburg M. Efficacy and safety of non-pharmacological, pharmacological and surgical treatment for hand osteoarthritis: a systematic literature review

- informing the 2018 update of the EULAR recommendations for the management of hand osteoarthritis. *RMD Open* [Internet]. 2018;4(2):e000734. Available from: <http://rmdopen.bmj.com/content/4/2/e000734.abstract>.
5. Dai WL, Zhou AG, Zhang H, Zhang J. Efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthroscopy*. 2017;33(3):659–70.
 6. Jayaram P, Ikpeama U, Rothenberg JB, Malanga GA. Bone marrow-derived and adipose-derived mesenchymal stem cell therapy in primary knee osteoarthritis: a narrative review. *PM R*. 2019;11:177–91.
 7. Goel R, Abzug JM. de Quervain's tenosynovitis: a review of the rehabilitative options. *Hand*. 2015;10(1):1–5.
 8. Chatterjee R, Vyas J. Diagnosis and management of intersection syndrome as a cause of overuse wrist pain. *BMJ Case Rep* [Internet]. 2016;2016:bcr2016216988. Available from: <http://casereports.bmj.com/content/2016/bcr-2016-216988.abstract>.
 9. Skinner TM. Intersection syndrome: the subtle squeak of an overused wrist. *J Am Board Fam Med*. 2017;30(4):547–51.
 10. Garcia-Elias M. Tendinopathies of the extensor carpi ulnaris. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2015;47(5):281–9.
 11. Giugale JM, Fowler JR. Trigger finger: adult and pediatric treatment strategies. *Orthop Clin North Am*. 2015;46(4):561–9.
 12. Andia I, Maffulli N. Use of platelet-rich plasma for patellar tendon and medial collateral ligament injuries: best current clinical practice. *J Knee Surg*. 2015;28(1):11–8.
 13. Moraes VY, Lenza M, Tamaoki MJ, Faloppa F, Belloti JC. Platelet-rich therapies for musculoskeletal soft tissue injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;4:CD010071.
 14. Mautner K, Colberg RE, Malanga G, Borg-Stein JP, Harmon KG, Dharamsi AS, et al. Outcomes after ultrasound-guided platelet-rich plasma injections for chronic tendinopathy: a multicenter, retrospective review. *PM R*. 2013;5(3):169–75.
 15. Pas HIMFL, Moen MH, Haisma HJ, Winters M. No evidence for the use of stem cell therapy for tendon disorders: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51(13):996–1002.
 16. Chim H, Moran SL. Wrist essentials: the diagnosis and management of scapholunate ligament injuries. *Plast Reconstr Surg*. 2014;134(2):312e–22e.
 17. Lewis DM, Lee Osterman A. Scapholunate instability in athletes. *Clin Sports Med*. 2001;20:131–40.
 18. Schroeder NS, Goldfarb CA. Thumb ulnar collateral and radial collateral ligament injuries. *Clin Sports Med*. 2015;34(1):117–26.
 19. Rettig AC. Athletic injuries of the wrist and hand. Part I: traumatic injuries of the wrist. *Am J Sports Med*. 2003;31(6):1038–48.
 20. Kuo YC, Lee CC, Hsieh LF. Ultrasound-guided perineural injection with platelet-rich plasma improved the neurophysiological parameters of carpal tunnel syndrome: a case report. *J Clin Neurosci*. 2017;44:234–6.
 21. Malahias MA, Johnson EO, Babis GC, Nikolaou VS. Single injection of platelet-rich plasma as a novel treatment of carpal tunnel syndrome. *Neural Regen Res*. 2015;10(11):1856–9.
 22. Özçakar L, Kaymak B, Kara M, Akinci A, Güven SC. Short term effectiveness of platelet-rich plasma in carpal tunnel syndrome: a controlled study. *J Tissue Eng Regen Med*. 2019;13(5):709–14.
 23. Raeissadat SA, Karimzadeh A, Hashemi M, Bagherzadeh L. Safety and efficacy of platelet-rich plasma in treatment of carpal tunnel syndrome; a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2018;19(1):49.
 24. Avery DM, Rodner CM, Edgar CM. Sports-related wrist and hand injuries: a review. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):99.
 25. Pulos N, Kakar S. Hand and wrist injuries common problems and solutions. *Clin Sports Med*. 2019;37(2018):217–43.