

Evaluación ecográfica y correlación clínica del músculo pronador cuadrado luego de su reparación en el tratamiento de fracturas de radio distal

Gustavo J. Teruya, Santiago Ávila Posada, Christopher Bermeo, Gonzalo M. Viollaz, Diego J. Gómez, Álvaro J. Muratore
Unidad de Cirugía del Miembro Superior, Hospital Británico, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: La reparación del pronador cuadrado en fracturas de radio distal tratadas con placas volares es controvertida por su supuesto efecto protector frente a complicaciones del implante. **Objetivo:** Evaluar ecográficamente el impacto de la reinserción del pronador cuadrado en pacientes con fractura de radio distal tratados con placas volares. **Materiales y Métodos:** Se analizó a 42 pacientes: 28 con reinserción (grupo I) y 14 sin reinserción (grupo II). Se evaluaron la fricción entre los tendones flexores y la placa, la calidad del tejido separador, los cambios en los tendones flexores y los signos clínicos de fricción. **Resultados:** La distancia entre la placa y los tendones fue <2 mm en el 42,9%. En el grupo I, el 45% tenía fricción tendinosa; el 10%, fibrosis del tejido separador; el 80%, atrición leve de los tendones y el 20%, severa. El 71% del grupo II tenía fricción; el 36,4%, fibrosis del tejido separador; el 45,5%, atrición leve y el 54,5%, severa. La calidad del tejido separador fue superior en el grupo I, con mejor preservación del tejido contráctil y menor fibrosis, asociado a menor deterioro funcional y fricción tendinosa. No siempre se correlacionaron las alteraciones ecográficas con la fricción clínica. **Conclusiones:** La reparación del pronador cuadrado mejora la calidad del tejido separador entre tendones y la placa, con predominio de músculo contráctil. Aunque no hubo diferencias en la fricción o rotura tendinosa, los resultados sugieren un efecto protector.

Palabras clave: Fractura de radio distal; reparación de pronador cuadrado; placa volar; reducción abierta con fijación interna; fricción tendinosa; rotura tendinosa.

Nivel de Evidencia: III

Ultrasound Assessment and Clinical Correlation of the Pronator Quadratus Muscle After Its Repair in the Treatment of Distal Radius Fractures

ABSTRACT

Introduction: Repair of the pronator quadratus in distal radius fractures treated with volar plates is controversial, particularly given its proposed protective role against implant-related complications. **Objective:** To assess, through ultrasound, the impact of pronator quadratus reinsertion in patients with distal radius fractures treated with volar plates. **Materials and Methods:** Forty-two patients were analyzed: 28 with pronator quadratus reinsertion (Group I) and 14 without reinsertion (Group II). Evaluations included friction between the flexor tendons and the plate, quality of the interposing tissue, changes in the flexor tendons, and clinical signs of friction. **Results:** The distance between the plate and the tendons was <2 mm in 42.9% of cases. In Group I, 45% exhibited tendon friction, 10% had fibrosis of the separating tissue, 80% had mild tendon attrition, and 20% severe attrition. In Group II, 71% exhibited friction, 36.4% had tissue fibrosis, 45.5% had mild attrition, and 54.5% severe attrition. The quality of the separating tissue was superior in Group I, with better preservation of contractile muscle and less fibrosis, findings associated with lower functional impairment and reduced tendon friction. Ultrasound abnormalities did not always correlate with clinical symptoms. **Conclusions:** Repair of the pronator quadratus improves the quality of the separating tissue between the flexor tendons and the volar plate, favoring preservation of contractile muscle. Although no differences were observed in tendon friction or rupture rates, the findings suggest a protective effect.

Keywords: Distal radius fracture; pronator quadratus repair; volar plate; open reduction and internal fixation; tendon friction; tendon rupture.

Level of Evidence: III

Recibido el 26-1-2025. Aceptado luego de la evaluación el 20-9-2025 • Dr. CHRISTOPHER BERMEO • md.cbermeo@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0001-2231-7362>

Cómo citar este artículo: Teruya GJ, Ávila Posada S, Bermeo C, Viollaz GM, Gómez DJ, Muratore AJ. Evaluación ecográfica y correlación clínica del músculo pronador cuadrado luego de su reparación en el tratamiento de fracturas de radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2025;90(6):547-555. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2025.90.6.2107>

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de radio distal son las más frecuentes en el miembro superior y representan el 18% de todas las fracturas en adultos >65 años.^{1,2} La reducción abierta con fijación interna mediante una placa bloqueada volar se ha consolidado como el tratamiento quirúrgico preferido, ya que ofrece mejores resultados funcionales y una menor tasa de complicaciones en comparación con técnicas, como la fijación externa o la percutánea.^{3,4} Sin embargo, el abordaje quirúrgico tradicional requiere desinsertar el músculo pronador cuadrado de su inserción radial para optimizar la exposición de la fractura y facilitar la colocación de la placa.^{5,6}

Algunas complicaciones relacionadas con el uso de placas volares son: lesiones neurovasculares, infecciones, síndrome de dolor regional complejo, fracturas y problemas en los tejidos blandos, como irritación o rotura de los tendones flexores.^{7,8} El 0,3-5,6% de los pacientes sufre una rotura tendinosa, la incidencia específica es del 1,5% en algunos estudios. El tendón flexor largo del pulgar suele ser el más comprometido, seguido del flexor común profundo de los dedos.⁹⁻¹¹ Estas lesiones están asociadas con factores, como una posición inadecuada de la placa, protrusión de tornillos, diseño del implante y pérdida de la reducción.¹²

En la actualidad, existe controversia en cuanto a la importancia de la reparación del músculo pronador cuadrado en relación con los resultados funcionales y el desarrollo de complicaciones. Aunque algunos autores sugieren que la reparación del músculo pronador cuadrado proporciona un efecto protector entre los tendones flexores y la placa; hasta ahora, ningún estudio comparativo ha demostrado una reducción de las tasas de rotura después de la reparación.^{4,13-15} Sin embargo, en un estudio piloto, Swigart y cols. mencionan que hasta el 83% de los cirujanos de mano norteamericanos reparan el pronador cuadrado.¹⁶

En estudios ecográficos, se ha observado una retracción mayor y una longitud menor del músculo pronador cuadrado, asociadas a una menor distancia entre los tendones flexores y la placa cuando no se repara el músculo. Estos hallazgos podrían estar relacionados con áreas de conflicto tendinoso al entrar en contacto con la placa, lo que subraya la necesidad de llevar a cabo más investigaciones para evaluar un posible efecto protector.^{17,18}

Se planteó la hipótesis de que los pacientes sometidos a reducción abierta, fijación interna y reinserción del músculo pronador cuadrado como parte integral del tratamiento quirúrgico para fracturas de radio distal tienen diferencias ecográficas significativas en cuanto a la calidad de los tendones flexores y en el tejido muscular por encima de la placa, cuando se los compara con aquellos a quienes no se les reinsertó el músculo pronador cuadrado.

El propósito de este estudio fue evaluar los resultados ecográficos en pacientes que fueron tratados, en nuestro Centro, mediante la aplicación de la técnica de reducción abierta junto con fijación interna en fracturas de radio distal, con énfasis en el cierre del músculo pronador cuadrado. Otro objetivo fue comparar estos resultados con los de un grupo de control, sin el cierre del músculo pronador cuadrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio, de naturaleza retrospectiva, se inició con una exhaustiva revisión de las historias clínicas en la base de datos de nuestro hospital. Se seleccionaron 42 pacientes con fracturas de radio distal extrarticulares, clasificadas como AO 23-A2, sometidos a reducción abierta y fijación interna, utilizando el mismo tipo de implante, específicamente una placa volar, entre marzo de 2020 y marzo de 2022.

Todos los procedimientos estuvieron a cargo del mismo equipo en nuestro Centro. Se excluyó a pacientes con antecedentes de infiltraciones en la articulación radiocarpiana, alteraciones neurológicas, infecciones previas en la muñeca o seguimiento <2 años. El diseño del estudio contempló dos grupos:

Grupo I: pacientes con fracturas de radio distal extrarticulares sometidos a osteosíntesis, utilizando una placa de radio distal volar, y reinserción del pronador cuadrado con sutura mediante puntos separados con Vicryl® 3.0, asegurando una cobertura completa de la placa volar.

Grupo II: pacientes con fracturas de radio distal extrarticulares sometidos a osteosíntesis utilizando una placa de radio distal volar, sin reinserción del pronador cuadrado.

La decisión de reparar o no el músculo pronador cuadrado se tomó durante la cirugía, sobre la base de la viabilidad del músculo, su integridad y la posibilidad de lograr una reparación anatómica sin tensión. Si el músculo estaba desgarrado, con pérdida de sustancia o evidentes signos de degeneración, no se lo reparó.

Ambos grupos siguieron un protocolo de inmovilización estricta con una valva de yeso antebraquialpalmar durante las primeras 2 semanas. Después de este período y, si las condiciones de la herida lo permitían, se retiraron los puntos de sutura. A continuación, se protegieron durante 2 semanas, con un inmovilizador rígido de muñeca de uso intermitente, que se podía retirar para la rehabilitación y el aseo corporal. Durante este tiempo, se alentó a los

pacientes a realizar ejercicios de flexo-extensión activa de los dedos y las articulaciones metacarpofalángicas, así como cierres de pinza con todos los dedos de la mano.

Todos siguieron un protocolo de rehabilitación de 8 semanas dirigido por especialistas en miembro superior. Esto incluyó movilidad pasiva asistida de la muñeca durante la primera semana, seguida de movilidad activa sin fuerza ni carga de peso. Todas las fracturas fueron tratadas con el mismo implante: una placa anatómica de titanio con sistema de bloqueo de ángulo fijo (Pro-Anatomic®, South America Implants S.A, Canning, Buenos Aires, Argentina). Se verificó una reducción anatómica tanto en el posoperatorio inmediato como en el posoperatorio tardío.

Análisis de los estudios por imágenes

Para la evaluación radiológica, se emplearon proyecciones anteroposterior y lateral de la muñeca, tomadas tanto en el posoperatorio inmediato como en el posoperatorio tardío, a los 12 meses. En todos los casos, se confirmó una correcta reducción de la fractura, entendiendo por correcta o aceptable una reducción con: angulación volar de 0°-11°, inclinación radial >20° y una varianza cubital de -2 a +2 mm.¹⁹⁻²² Para valorar la prominencia volar del implante y su posible implicancia en la fricción tendinosa, se aplicó la clasificación de Soong en los controles radiográficos posoperatorios.

Se utilizó un ecógrafo Toshiba Xario 200 (transductor lineal de 18 MHz) para evaluar la interacción de los tendones flexores con el implante. A fin de darle objetividad al estudio, inicialmente se tomaron ecografías en la cara volar de la muñeca, con la mano en posición anatómica. Después, las ecografías fueron dinámicas, se les solicitaba a los pacientes realizar la flexo-extensión activa de los dedos para identificar áreas de conflicto tendinoso. Todas las ecografías estuvieron a cargo de un especialista en imágenes diagnósticas que no formaba parte del equipo quirúrgico y que, además, desconocía si a los pacientes se les había reinsertado el pronador cuadrado o no.

Se estableció un protocolo diagnóstico imagenológico que se aplicó a todos los pacientes, con los siguientes parámetros (Tabla 1):

Tabla 1. Protocolo diagnóstico imagenológico

Ecografía lado operado	Fricción de flexores	Sí	No
	Calidad del tejido que separa la placa de los flexores	Músculo contráctil	Fibrosis
	Distancia mínima entre placa y flexores (mm)	0 0-2	2-4 4 o más
	Calidad del tejido de los flexores	Normal	Atrición leve Atrición severa
Ecografía lado no operado	Fricción de flexores	Sí	No
	Calidad del tejido que separa el radio de los flexores	Músculo contráctil	Fibrosis
	Distancia mínima entre radio y flexores (mm)	0 0-2	2-4 4 o más
	Calidad del tejido de los flexores	Normal	Atrición leve Atrición severa

- Fricción de flexores: con respuesta posible Sí o No.
- Calidad del tejido que separa la placa de los flexores: identificación de músculo contráctil o fibrosis.
- Distancia mínima entre la placa y los flexores (mm): 0, 0-2, 2-4 o más.
- Calidad del tejido de los flexores: normal, degeneración leve o degeneración severa. La degeneración leve se definió por la presencia de cambios atróficos tendinosos, midiendo su grosor en el labio volar del extremo distal del radio. Se consideró degeneración severa a la presencia de atrición tendinosa asociada a adelgazamiento del tendón, cambios de fibrilación y alteraciones focales dentro de la sustancia del tendón o rotura tendinosa.²³

A todos los pacientes de ambos grupos se les realizaron ecografías. Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos.

Al finalizar el protocolo de rehabilitación, se procedió a la evaluación funcional mediante el cuestionario DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*). Se registró el puntaje de todos los pacientes como parte del control clínico posoperatorio.

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un estudio de tipo descriptivo y comparativo. La distribución de las variables cuantitativas se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk. En caso de distribución normal y homogeneidad de varianzas (evaluada con la prueba de Levene), se expresaron como media \pm desviación estándar y se compararon mediante la prueba de la t de Student para muestras independientes. Cuando no se cumplieron estos supuestos, se expresaron como mediana y rango intercuartílico, usando la prueba de la U de Mann-Whitney. Se aclaró específicamente en cada variable la medida utilizada.

Las variables cualitativas se expresan como frecuencias absolutas y relativas (%). Dada la muestra reducida, se utilizó la prueba exacta de Fisher para todas las comparaciones entre grupos. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS Statistics®, versión 26.0.

Técnica quirúrgica

Todos los pacientes fueron operados en nuestro Centro, por el mismo equipo quirúrgico, bajo anestesia regional y en decúbito supino, con el brazo apoyado sobre una mesa radiolúcida para facilitar la asistencia intraoperatoria de radioscopia.

Utilizando el abordaje modificado de Henry, se accedió al foco de la fractura y se procedió a la desinserción cuidadosa del músculo pronador cuadrado en forma de L.^{24,25} Después de identificar el foco de la fractura, se realizó la maniobra de reducción, ya sea de manera directa o indirecta, y se estabilizó, de forma transitoria, con clavijas, bajo control radioscópico. En todos los casos, se utilizó una placa volar anatómica de titanio con sistema de bloqueo de ángulo fijo (Pro-Anatomic®), correspondiente al implante disponible en nuestra institución, durante el período del estudio. Si bien este tipo de placa no permite la redirección de los tornillos, lo que puede condicionar su colocación en relación con la línea divisoria de aguas, su diseño permitió lograr una adecuada reducción del trazo fracturario en todos los casos.

En función del tratamiento y el músculo pronador cuadrado, los pacientes fueron agrupados en dos categorías: grupo I, con reparación del músculo pronador cuadrado mediante sutura con puntos separados de Vicryl® 3.0, asegurando una cobertura completa de la placa, luego de la estabilización de la fractura mediante la osteosíntesis mencionada, y grupo II, pacientes sin reparación del músculo pronador cuadrado.

Cabe señalar que, en algunos casos, el músculo pronador cuadrado tenía lesiones previas, como desgarros parciales o pérdida de continuidad, probablemente relacionadas con el traumatismo inicial. Asimismo, en pacientes de edad avanzada, se identificaron signos de degeneración muscular con infiltración grasa, lo cual dificultó o impidió su reparación.

RESULTADOS

Se analizaron 42 pacientes [edad promedio 52.9 años ($\pm 19,4$)]. La mayoría eran mujeres (66,7%) y el compromiso fue ligeramente más frecuente en el miembro superior derecho (52,4%). El hallazgo más relevante fue la diferencia significativa en la calidad del tejido interpuesto entre el radio y los tendones flexores (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los pacientes incluidos en la serie

Variables	(n = 42)
Edad (n, DE)	52.9 ± 19.4
Sexo n (%)	
Masculino	14 (33,3)
Femenino	28 (66,7)
Lado n (%)	
Izquierdo	20 (47,6)
Derecho	22 (52,4)
Fricción de los flexores n (%)	
Sí	24 (57,1)
No	18 (42,9)
Calidad del tejido que separa n (%)	
Músculo contráctil	32 (76,2)
Fibrosis	10 (23,8)
Calidad de los flexores n (%)	
Atrición leve	26 (61,9)
Atrición severa	16 (38,1)
Distancia placa-tendón n (%)	
0 mm	2 (4,7)
0-2 mm	18 (42,9)
2-4 mm	(38,1)
>4 mm	6 (14,3)
Tratamiento del pronador cuadrado n (%)	
Con reinserción	28 (66,7)
Sin reinserción	14 (33,3)

Todos los pacientes del grupo I (con reparación) y solo el 29% del grupo II tenían tejido contráctil viable; el 71% restante correspondía a tejido fibrótico ($p < 0,001$). El 45% del grupo I y el 71% del grupo II tenían fricción clínica de los tendones flexores, una diferencia que alcanzó significación estadística ($p = 0,042$). En el grupo I, el 77,5% no tenía alteraciones ecográficas y solo el 22,5% tenía una fricción leve. En el 43% del grupo II, se observó fricción leve en la ecografía, mientras que el 57% no mostró alteraciones. En ningún caso, se detectaron hallazgos ecográficos sin la correspondiente manifestación clínica. En cuanto al contacto entre los tendones flexores y la placa, en el grupo II, el 71% tenía contacto directo y el 29%, interposición de tejido muscular. No se encontró una correlación directa entre la fricción clínica y la presencia de interposición tisular. En el grupo I, había una mayor preservación de tejido contráctil y menor prevalencia de fibrosis que en el grupo II, donde predominó el tejido fibrótico y se observó una mayor incidencia de fricción clínica (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis comparativo entre pacientes con reinserción del músculo pronador cuadrado o sin ella

Variables	Con reparación (n = 28)	Sin reparación (n = 14)	p
Fricción de los flexores, clínica n (%)			
Sí	12 (45,0)	10 (71,0)	0,156
No	16 (55,0)	4 (29,0)	0,112
Fricción de los flexores, ecográfica n (%)			
Sí	7 (25,0)	6 (43,0)	0,34
No	21 (77,5)	8 (57,0)	0,270
Calidad del tejido que separa n (%)			
Músculo contráctil	28 (100)	4 (29,0)	0,011
Fibrosis	0 (0)	10 (71)	5,28 × 10⁻⁶
Calidad de los flexores n (%)			
Atrición leve	6 (22,5)	6 (43,0)	0,20
Atrición severa	8 (28,6)	8 (57,1)	
Distancia placa-tendón n (%)			
0 mm	0 (0)	1 (14,3)	0,36
0-2 mm	6 (42,9)	3 (42,9)	
2-4 mm	5 (35,7)	3 (42,9)	
>4 mm	3 (21,4)	0 (0)	

Si bien las placas utilizadas tenían un sistema de bloqueo de ángulo fijo, lo que limita la posibilidad de redireccionar tornillos, la evaluación posoperatoria mostró que la mayoría de los implantes fueron posicionados proximal a la línea divisoria de aguas. Solo 4 casos fueron clasificados como Soong 1 (3 en el grupo I y 1 en el grupo II), no hubo casos Soong 2.

En el seguimiento clínico, el puntaje DASH promedio fue de 14,2 (DE \pm 5,8), lo que corresponde a un nivel leve de discapacidad, consistente con una evolución clínica favorable. No hubo diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,187$). La mayoría de los pacientes retomó sus actividades habituales sin restricciones significativas, y no se registraron reintervenciones.

DISCUSIÓN

En este estudio, se compararon los hallazgos imagenológicos en pacientes con fracturas de radio distal sometidos a reducción abierta y fijación interna, diferenciando según si se había reparado el pronador cuadrado o no. La principal diferencia entre ambas cohortes fue la calidad del tejido interpuesto entre el radio y los tendones flexores, específicamente en relación con la cobertura de la placa. En el grupo con cierre del pronador, fue más frecuente la presencia de tejido muscular contráctil, diferencia que alcanzó significación estadística frente al grupo sin reparación. No se hallaron diferencias significativas en cuanto a la fricción de los tendones flexores, su calidad estructural ni la distancia mínima entre la placa y los tendones.

La bibliografía sobre el cierre del músculo pronador después de la colocación de la placa volar es controvertida. Algunos estudios sugieren beneficios, mientras que otros no respaldan esta práctica. En un reciente metanálisis de Shi y Ren, se llegó a la conclusión de que la reparación del pronador cuadrado no mejora los puntajes funcionales posoperatorios, la fuerza de prensión, la fuerza de pronación y la amplitud de movimiento tras la colocación de una placa en fracturas distales de radio.¹⁴

En cuanto a las complicaciones asociadas con el uso de una placa de radio distal volar, la lesión tendinosa del flexor largo del pulgar es una de las más importantes. Sin embargo, en una revisión sistemática de Azzi y cols., con un extenso número de pacientes, se demostró que la incidencia de esta lesión es inferior al 1%. Además, estudios, como el de Brown y cols., indican que, a pesar de la reparación y el supuesto efecto protector ante la fricción del tendón con la placa y los tornillos, se producen roturas tendinosas.²⁶

Aunque, en nuestro estudio, debido al limitado número de pacientes, no se pudo confirmar un efecto protector a través de la reparación del músculo pronador cuadrado, cabe señalar que tampoco se observaron lesiones tendinosas en la muestra analizada. Serán necesarios estudios adicionales con una muestra más amplia para determinar si el tejido contráctil identificado sobre la placa, tras la reparación del músculo pronador cuadrado, contribuye a un efecto protector al reducir los conflictos con los tendones flexores y las tasas de rotura asociadas al implante.

Este estudio tiene algunas limitaciones, entre ellas, el reducido número de casos, un período de seguimiento limitado y la posibilidad de sesgo de información, ya que los datos dependen de la exactitud del registro en las historias clínicas. No obstante, cuenta con fortalezas relevantes, como la inclusión de un grupo de control que permitió hacer comparaciones más precisas de los resultados. Asimismo, se aplicó un enfoque de cegamiento, asegurando que el ecografista desconociera si el músculo había sido reparado, lo que contribuyó significativamente a minimizar el sesgo en la evaluación.

CONCLUSIONES

En el estudio ecográfico posoperatorio, se observaron diferencias significativas entre los grupos. En el grupo I, el tejido interpuesto entre los tendones flexores y la placa era de mejor calidad, con más músculo contráctil y menos fibrosis, en comparación con el grupo II, diferencia que resultó estadísticamente significativa. Asimismo, la fricción clínica de los tendones flexores fue menor en el grupo con reparación, reforzando la posible función protectora del pronador cuadrado. Si bien no se hallaron diferencias en cuanto a la rotura tendinosa ni en el puntaje funcional (DASH), la preservación de tejido contráctil viable podría desempeñar un papel protector frente a la fricción tendinosa. No obstante, esta hipótesis no pudo confirmarse de manera concluyente, debido al tamaño reducido de la muestra y al período de seguimiento limitado.

Se necesitarán futuros estudios con muestras más amplias, análisis multivariados y eventualmente ensayos clínicos controlados aleatorizados para determinar, con mayor precisión, el impacto clínico de la reinserción del músculo pronador cuadrado en la prevención de complicaciones asociadas al implante y en la evolución funcional de la muñeca.

Agradecimientos

Al doctor Gerardo Gayraud, por su valiosa colaboración en la realización de las ecografías utilizadas en este estudio.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de G. J. Teruya: <https://orcid.org/0000-0001-7342-1859>

ORCID de S. Ávila Posada: <https://orcid.org/0009-0008-8035-3522>

ORCID de G. M. Viollaz: <https://orcid.org/0000-0002-4573-883X>

ORCID de D. J. Gómez: <https://orcid.org/0000-0003-0258-6802>

ORCID de Á. J. Muratore: <https://orcid.org/0000-0001-7540-7137>

BIBLIOGRAFÍA

1. Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clin* 2012;28(2):113-25. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2012.02.001>
2. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006;37(8):691-7. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.130>

3. Rozentel TD, Blazar PE, Franko OI, Chacko AT, Earp BE, Day CS. Functional outcomes for unstable distal radial fractures treated with open reduction and internal fixation or closed reduction and percutaneous fixation. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009;91(8):1837-46. <https://doi.org/10.2106/jbjs.h.01478>
4. Goslings JC, Mulders MA, Walenkamp MM, Bos FJ, Schep NW. Repair of the pronator quadratus after volar plate fixation in distal radius fractures: a systematic review. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2017;12(3):181-8. <https://doi.org/10.1007/s11751-017-0288-4>
5. Orbay J, Badia A, Khoury RK, Gonzalez E, Indriago I. Volar fixed-angle fixation of distal fractures: The DVR Plate. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2004;8(3):142-8. <https://doi.org/10.1097/01.bth.0000126570.82826.0a>
6. Ahsan ZS, Yao J. (2012). The importance of pronator quadratus repair in the treatment of distal radius fractures with volar plating. *Hand* 2012;7(3):276-80. <https://doi.org/10.1007/s11552-012-9420-6>
7. Fan J, Jiang B, Wang B, Chen K, Yuang F, Mei J, et al. Analysis of soft-tissue complications of volar plate fixation for managing distal radius fractures and clinical effect while preserving pronator quadratus. *Acta Orthop Belg* 2016;82(2):305-12. PMID: 27682293
8. Davis DI, Baratz M. Soft tissue complications of distal radius fractures. *Hand Clin* 2010;26(2):229-35. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2009.11.002>
9. Floquet A, Druart T, Lavantes P, Vendevure T, Delaveau A. Flexor tendon rupture after volar plating of distal radius fracture: A systematic review of the literature. *Hand Surg Rehabil* 2021;40(5):535-46. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2021.05.008>
10. Yu YR, Makhni MC, Tabrizi S, Rozentel TD, Mundanthanam G, Day CS. Complications of low-profile dorsal versus volar locking plates in the distal radius: A comparative study. *J Hand Surg* 2011;36(7):1135-41. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.04.004>
11. Rubensson CC, Ydreborg K, Boren L, Karlander LE. Flexor tendón repair after rupture caused by volar plate fixation of the distal radius. *J Plast Surg Hand Surg* 2014;49(2):112-5. <https://doi.org/10.3109/2000656x.2014.951050>
12. Azzi AJ, Aldekhayel S, Boehm KS, Zadeh T. Tendon rupture and tenosynovitis following internal fixation of distal radius fractures. *Plast Reconstr Surg* 2017;139(3):717e-724e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003076>
13. Hershman SH, Immerman I, Bechtel C, Lekic N, Paksima N, Egol KA. The effects of pronator quadratus repair on outcomes after volar plating of distal radius fractures. *J Orthop Trauma* 2013;27(3):130-3. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3182539333>
14. Shi F, Ren L. Is pronator quadratus repair necessary to improve outcomes after volar plate fixation of distal radius fractures? A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106(8):1627-35. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.06.003>
15. Meyer MA, Benavent KA, Janssen SJ, Chruscielski CM, Blazar PE, Earp BE. Pronator quadratus repair does not affect reoperation rates following volar locking plate fixation of distal radius fractures. *Hand* 2021;17(1_suppl):31S-36S. <https://doi.org/10.1177/15589447211017239>
16. Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD. Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: A prospective clinical cohort study. *J Hand Surg* 2012;37(9):1868-73. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.06.005>
17. Sonntag J, Hern J, Woythal L, Branner U, Lange KHW, Brorson S. The pronator quadratus muscle after volar plating: Ultrasound evaluation of anatomical changes correlated to patient-reported clinical outcome. *Hand* 2019;16(1):32-7. <https://doi.org/10.1177/1558944719840737>
18. Goorens C, Van Royen K, Grijseels S, Provyn S, De Mey J, Scheerlinck T, et al. Ultrasonographic evaluation of the distance between the flexor pollicis longus tendon and volar prominence of the plate as a function of volar plate positioning and pronator quadratus repair — A cadaver study. *Hand Surg Rehabil* 2018;37(3):171-4. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2017.12.008>
19. Perugia D, Guzzini M, Civitenga C, Guidi M, Cristina D, Daniele F. Is it really necessary to restore radial anatomic parameters after distal radius fractures? *Injury* 2014;45Suppl 6:S21-6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.10.018>
20. Sharma H, Khare GN, Singh S, Ramaswamy AG, Kumaraswamy V, Singh AK. Outcomes and complications of fractures of distal radius (AO type B and C): Volar plating versus nonoperative treatment. *J Orthop Sci* 2014;19(4):537-44. <https://doi.org/10.1007/s00776-014-0560-0>
21. Bentohami A, Bijlsma TS, Goslings JC, De Reuver P, Kaufmann LW, Schep N. Radiological criteria for acceptable reduction of extra-articular distal radial fractures are not predictive for patient-reported functional outcome. *J Hand Surg Eur Vol* 2012;38(5):524-9. <https://doi.org/10.1177/1753193412468266>

22. Kumar S, Khan A, Sonanis S. Radiographic and functional evaluation of low profile dorsal versus volar plating for distal radius fractures. *J Orthop* 2016;13(4):376-82. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2016.06.017>
23. Bhat AK, Acharya AM, Mane PP, Karegowda LH. Correlation of flexor pollicis longus tendon status by ultrasonography with plate position on radiographs following volar plate fixation of distal radius fractures with pronator quadratus repair. *Indian J Orthop* 2021;55(4):1015-21. <https://doi.org/10.1007/s43465-021-00369-7>
24. Shim B, Kim D, Lee S, Cho M, Hwang J. Comparison of the conventional Henry approach and trans-flexor Carpi radialis approach for the treatment of distal radius fracture: a retrospective cohort study. *Medicine* 2022;101(49):e31936. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000031936>
25. Ilyas AM. Surgical approaches to the distal radius. *Hand* 2010;6(1):8-17. <https://doi.org/10.1007/s11552-010-9281-9>
26. Brown EN, Lifchez SD. Flexor pollicis longus tendon rupture after volar plating of a distal radius fracture: pronator quadratus plate coverage may not adequately protect tendons. *Eplasty* 2011;11:e43. PMID: 22096615