

# Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos

Rodrigo Brandariz<sup>ID</sup>, Catalina Larrague<sup>ID</sup>, Ignacio Tanoira<sup>ID</sup>, Santiago Bongiovani<sup>ID</sup>, Maximiliano Ranalleta<sup>ID</sup>

Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Italiano. Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** las roturas del manguito rotador representan la patología del hombro más común, especialmente en pacientes de edad avanzada. La reparación abierta y artroscópica de esta patología se asocia con excelentes resultados funcionales. Independientemente de los avances recientes en las técnicas de reparación del manguito rotador, la tasa de rerrotura o la falta de cicatrización sigue siendo significativamente alta.

**Objetivos:** reportar los resultados funcionales de una serie consecutiva de pacientes con roturas del manguito rotador operados con la técnica de equivalente transóseo sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés) artroscópica.

**Materiales y métodos:** se realizó un estudio de cohorte prospectivo entre junio del 2023 y junio del 2024. Se evaluaron todos los pacientes a los que se les reparó el manguito rotador en doble fila utilizando la técnica TOE sin nudos. Se evaluó la movilidad con un goniómetro, el dolor con la escala visual análoga, y los resultados funcionales con los scores de ASES y SANE. Se documentaron las complicaciones postoperatorias.

**Resultados:** en total se trataron setenta pacientes. El seguimiento medio fue de catorce meses (rango 12–24 meses). Había cuarenta mujeres (57 %) y treinta hombres (43 %). La edad promedio de los pacientes fue de  $61.9 \pm 4.3$  años; todos presentaron una mejoría significativa en todos los scores funcionales evaluados. Además, el 85 % de los pacientes superó la SCB (*substantial clinical benefit*) para el score de ASES, es decir que tuvieron una mejoría clínica sustancial. En total hubo cuatro complicaciones (6 %) y dos revisiones (3 %).

**Conclusión:** la reparación artroscópica de las roturas del manguito rotador pequeñas y medianas, tratadas mediante la técnica de doble fila equivalente transóseo sin nudos, se asocia a una mejoría significativa del dolor y los resultados funcionales, con un porcentaje bajo de complicaciones en el corto plazo.

**Palabras clave:** Manguito Rotador, Artroscopia, Equivalente Transóseo, Doble Fila Vinculante

**Nivel de Evidencia:** II. Estudio de Cohorte Prospectivo

Autor para correspondencia: Catalina Larrague, [catalina.larrague@hospitalitaliano.org.ar](mailto:catalina.larrague@hospitalitaliano.org.ar)

Recibido: 5/04/2025 Aceptado: 27/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.404>

Cómo citar: Brandariz R, Larrague C, Tanoira I, Bongiovani S, Ranalleta M. Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos. Relart 2025;32(2): 128-134.

## Functional Results of Arthroscopic Rotator Cuff Repair Using the Knotless Transosseous Equivalent Technique

### ABSTRACT

**Introduction:** rotator cuff tears represent the most common shoulder pathology, especially in elderly patients. Open and arthroscopic rotator cuff repair are associated with excellent functional outcomes. Regardless of recent advances in rotator cuff repair techniques, the rate of re-tears or lack of healing of the rotator cuff remains significantly high.

**Objectives:** to report the functional outcomes of a consecutive series of patients with rotator cuff tears operated on with the arthroscopic knotless transosseous equivalent (TOE) technique.

**Materials and methods:** a prospective cohort study was conducted between June 2023 and June 2024. All patients who underwent double-row rotator cuff repair using the knotless TOE technique were evaluated. Mobility was assessed with a goniometer, pain with the visual analogue scale, and functional outcomes with the ASES and SANE scores. Postoperative complications were documented.

**Results:** a total of seventy patients were treated. The mean follow-up was fourteen months (range 12–24 months). There were forty women (57%) and thirty men (43%). The mean age of the patients was  $61.9 \pm 4.3$  years. The patients showed significant improvement in all functional scores evaluated. In addition, 85% passed the SCB (substantial clinical benefit) for the ASES score, meaning they had substantial clinical improvement. There were four complications (6%) and two revisions (3%).

**Conclusion:** arthroscopic repair of small and medium rotator cuff tears treated using the knotless transosseous equivalent double-row technique is associated with significant improvement in pain and functional outcomes with a low short-term complication rate.

**Keywords:** Rotator Cuff Tear, Arthroscopy, Transosseous Equivalent, Knotless, Double Row

**Level of Evidence:** II. Prospective Cohort Study

### INTRODUCCIÓN

Las roturas del manguito rotador representan la patología del hombro más común, especialmente en pacientes de edad avanzada.<sup>1,2</sup> La reparación abierta y artroscópica del manguito rotador se asocia con excelentes resultados funcionales.<sup>3,4</sup> Sin embargo, las tasas de rerroturas basadas en la ecografía y la resonancia magnética postoperatoria varían del 10 % en roturas pequeñas al 91 % en masivas.<sup>5-7</sup> En los últimos años se ha publicado un número considerable de estudios biomecánicos y cadavéricos en un esfuerzo por mejorar las técnicas quirúrgicas y consecuentemente las tasas de curación,<sup>8</sup> no obstante, independientemente de los avances recientes en las técnicas de reparación del manguito rotador, la tasa de rerroturas o la falta de cicatrización tendinosa sigue siendo significativamente alta. Estudios recientes que utilizan técnicas modernas informaron tasas de rerrotura entre 20 y 60 % dependiendo del tamaño de la rotura preoperatoria.<sup>9-12</sup>

Los estudios prospectivos mostraron que la mayoría de las roturas recurrentes del manguito rotador ocurren dentro de los tres a seis meses posteriores a la cirugía.<sup>13,14</sup> Iannotti y cols.<sup>13</sup> evaluaron prospectivamente a ciento trece pacientes en un estudio prospectivo multicéntrico analizando postoperatoriamente, con resonancia magnética, las roturas de 1-4 cm. Encontraron que dieciocho de diecinueve rerroturas (94.7 %) ocurrieron dentro de los seis meses posteriores a la cirugía. Miller y cols. informaron hallazgos similares al controlar periódicamente por dos años, con imágenes, las reparaciones de desgarros grandes y masivos

del manguito rotador;<sup>13,14</sup> en sus pacientes, el 100 % de las rerroturas ocurrieron dentro de los seis meses posteriores a la reparación.

La cicatrización de los tendones reparados es un requisito fundamental para lograr un buen resultado clínico postoperatorio.<sup>15</sup> Los trabajos que específicamente comparan dolor y escalas funcionales entre los pacientes cuyos tendones cicatrizaron en forma completa, y aquellos con rerroturas parciales o completas, muestran que estos últimos presentan resultados significativamente peores, principalmente en cuanto a movilidad y fuerza.<sup>15,16</sup>

Para optimizar el proceso biológico de cicatrización en la huella del manguito rotador reparado y evitar el fracaso de la reparación se desarrollaron reparaciones artroscópicas denominadas equivalentes transóseos sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés). Tras la preparación del lecho óseo en el troquíter, se colocan anclajes mediales en el límite entre la huella de inserción y el cartílago articular, generalmente cargados con suturas de alta resistencia. Estas suturas se pasan a través del tendón y luego se fijan lateralmente con anclajes sin nudos, generando una compresión uniforme del tendón contra el hueso.<sup>17</sup> Al crear una configuración interconectada, el contacto entre el tendón y la tuberosidad se maximiza, lo que brinda una mejor cobertura de la huella con menos formación de espacios y una mayor resistencia a la falla que las reparaciones convencionales de doble fila.<sup>18,19</sup> Debido a estas características biomecánicas favorables, la técnica TOE se utiliza ampliamente

para mejorar la cicatrización en el sitio de inserción del tendón del manguito rotador reparado.<sup>6</sup>

La técnica de equivalente transóseo original utilizaba una fila medial de anclajes cuyas suturas se anudaban; más recientemente, sin embargo, se ha propuesto que el flujo de entrada vascular al tendón en proceso de curación podría verse comprometido con este abordaje y podría aumentar el riesgo de nuevas roturas de la unión musculotendinosa.<sup>20,21</sup> Esto ha llevado al desarrollo de técnicas equivalente transóseo sin nudos (TOE).<sup>22</sup> Las técnicas sin nudos utilizan suturas de cintas planas (en lugar de las tubulares convencionales) para distribuir mejor las fuerzas de compresión en los tendones del manguito, mejorar la resistencia al corte del tejido y el flujo de entrada vascular.<sup>22,23</sup>

### Objetivos

El objetivo de este estudio fue reportar los resultados funcionales de una serie consecutiva de pacientes con roturas del manguito rotador operados con la técnica de equivalente transóseo sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés) artroscópica.<sup>23,24</sup>

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte prospectivo entre junio del 2023 y junio del 2024. Todo el estudio se llevó a cabo en el Hospital Italiano (Buenos Aires). Los criterios de inclusión fueron:

1. Adultos entre cuarenta y cinco y setenta y cinco años con ruptura completa del manguito rotador menor a 3 cm, tanto en el plano coronal como sagital, definido como: clínica compatible y confirmación por resonancia nuclear magnética (RNM).
2. Tratamiento conservador fallido, con antiinflamatorios, kinesioterapia e infiltración con corticoides previo, por lo menos por tres meses.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Negativa a participar.
2. Cirugía de revisión.
3. Pacientes con artrosis de hombro >2 según la clasificación de Samilson y Prieto.<sup>25</sup>
4. Infiltración grasa avanzada de los músculos del manguito de los rotadores (estadio 3 o 4 según Goutallier).<sup>26</sup>
5. Artritis sistémica o reumatoide.
6. Diabetes no controlada (pacientes a los que se les contraindica la cirugía en la evaluación preoperatoria realizada por el médico clínico y el anestesiólogo).
7. Antecedente infeccioso: artritis séptica u osteomielitis en el hombro a ser intervenido.
8. Operaciones anteriores del hombro afectado.
9. Pacientes con enfermedades autoinmunes.
10. Embarazadas.

Todos los pacientes incluidos dieron su consentimiento para participar en el siguiente estudio y el protocolo fue aprobado por el comité de ética de nuestra institución.

### Técnica quirúrgica y protocolo postoperatorio

Todas las cirugías se realizaron en los quirófanos de ortopedia del Hospital Italiano. Los procedimientos se llevaron a cabo en forma ambulatoria, con anestesia local (bloqueo interescalénico) en posición de silla de playa. A través de un portal posterior se efectuó una artroscopia diagnóstica para evaluar patología concomitante. Primero se trataron las lesiones del bíceps (tenotomía o tenodesis) según correspondiera, y las lesiones del subescapular, el que se reparó con un arpón de 5.5 mm (Knotix-Ti). Luego, a través de un portal lateral al espacio subacromial, se hizo bursectomía amplia y la evaluación final del tamaño y tipo de lesión del supraespinoso. Todas las roturas medianas y grandes del supraespinoso se repararon utilizando una técnica TOE. Para la configuración de la reparación se emplearon dos o cuatro arpones, según el tamaño de la lesión. Estos fueron arpones mediales SpinFit PK cargados con TapeFix Max de 2 mm y arpones laterales SpinFit PK.

En el postoperatorio inmediato se inmovilizó a los pacientes con un cabestrillo por cuatro semanas. Durante ese período siguieron un protocolo de autorrehabilitación en el cual se los estimuló a mover el codo, la muñeca y la mano. Posteriormente, al mes de la cirugía, siguieron con ejercicios de movilidad pasiva de hombro y progresivamente escalaron a movilidad activa.

### Evaluación postoperatoria

La evaluación clínica fue realizada por un médico del equipo de Hombro del servicio antes de la cirugía y a los doce meses. La evaluación consistió de:

- Movilidad: se midieron flexión anterior, abducción, rotación interna y externa en grados con un goniómetro.
- Dolor: se utilizó la escala visual análoga (EVA) para evaluar el nivel de dolor durante las actividades de la vida diaria. Se consideró 0 como “ausencia de dolor” y 10 como “el peor dolor de su vida”.
- Función general del hombro: se utilizó el score de ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons). Esta escala evalúa la funcionalidad general del hombro en diferentes actividades de la vida diaria, la movilidad global del hombro y el dolor con las tareas habituales. Está validado y es de referencia para las investigaciones clínicas sobre patología del manguito rotador.<sup>27,28</sup> Además, se evaluó la cantidad de pacientes que superaron la SCB (*substantial clinical benefit*) para el score de ASES. Por último, se analizaron los resultados subjetivos con el score de SANE (Single Assessment Numeric Evaluation).

Se registraron efectos adversos y complicaciones postoperatorias a los tres, seis y doce meses postoperatorios.

### Análisis estadístico

Se presentaron las variables cuantitativas como media y desvío estándar o mediana e intervalo intercuartil de acuerdo a la distribución observada. Se presentaron

las variables categóricas como proporciones. Se calcularon los intervalos de confianza del 95 % para cada uno de los estimadores.

El análisis de datos categóricos se realizó con la prueba de Chi-cuadrado. Para las variables comparativas pre y postquirúrgicas se utilizaron test para muestras apareadas. Se consideró estadísticamente significativo un valor  $p$  inferior a 0.

## RESULTADOS

En total se realizaron ciento treinta cirugías de reparación del manguito rotador durante el período de estudio. Noventa y cinco pacientes fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión (Fig. 1) y cinco fueron perdidos en el seguimiento. De esta forma, quedaron setenta pacientes para el análisis final.

El seguimiento medio fue de catorce meses (rango 12–24 meses). Había cuarenta mujeres (57 %) y treinta hombres (43 %). La edad promedio de los pacientes fue de  $61.9 \pm 4.3$  años y el hombro dominante estuvo involucrado en cincuenta casos (71 %).

Los pacientes presentaron una mejoría significativa en todos los scores funcionales evaluados (Tabla 1). Además, el 85 % superó la SCB para el score de ASES, es decir que tuvieron una mejoría clínica sustancial.

En total hubo cuatro complicaciones y dos reoperaciones. Dos pacientes continuaban con dolor severo a los tres meses postoperatorios. En ecografía se evidenció indemnidad de la reparación por lo que fueron tratados exitosamente con una infiltración subacromial con betametasona y fisioterapia. Una paciente presentó una rigidez postoperatoria y fue tratada con capsulotomía y bursectomía artroscópica y movilización bajo anestesia. Una paciente experimentaba dolor luego de cuatro meses postoperatorios por lo que fue estudiada con RNM, la que demostró una falta de cicatrización de la reparación. Se realizó una revisión y nueva reparación artroscópica.

## DISCUSIÓN

El principal hallazgo del siguiente estudio fue que la reparación artroscópica de las rupturas completas, no masivas, del manguito rotador con técnica TOE se asocia a una mejoría significativa del dolor y los scores funcionales, y a un bajo porcentaje de complicaciones en el corto plazo.

La técnica de reparación del manguito rotador mediante TOE ofrece ventajas biomecánicas significativas.<sup>29</sup> Esta técnica maximiza el área y la presión de contacto entre el tendón y la huella ósea, lo que

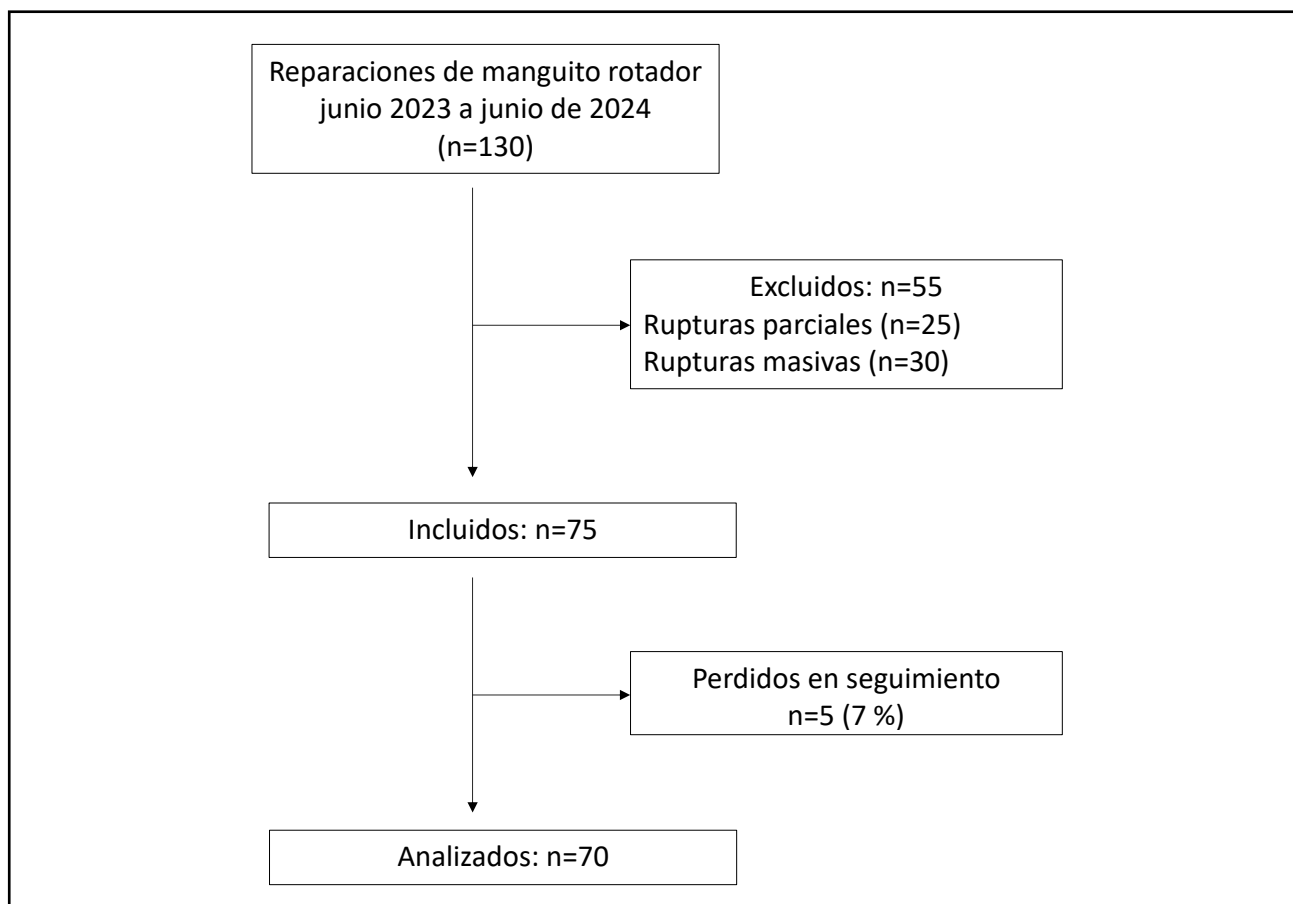


Figura 1. Flujo de inclusión de pacientes.

**Tabla 1.** Comparación de los resultados funcionales entre el preoperatorio y el seguimiento a los doce meses postoperatorios

Variable	Pre	Post (12 meses)	Valor p
ASES	55 ( $\pm$ 12)	80 ( $\pm$ 14)	<0.001
EVA	7 ( $\pm$ 2)	1.5 ( $\pm$ 1)	<0.001
SANE	50 ( $\pm$ 14)	79 ( $\pm$ 13)	<0.001
Flexión anterior	140 ( $\pm$ 10)	165 ( $\pm$ 10)	<0.001
Rotación externa	30 ( $\pm$ 8)	45 ( $\pm$ 7)	<0.001
Rotación interna	25 ( $\pm$ 7)	40( $\pm$ 8)	<0.001

favorece una cicatrización más efectiva. Estudios biomecánicos han demostrado que la reparación en doble fila aumenta la resistencia a la falla por carga y disminuye la formación de espacios en la interfase tendón-hueso en comparación con la reparación de fila única.<sup>29,30</sup> La revisión sistemática y metaanálisis sobre ocho estudios biomecánicos comparando doble y simple fila publicada por Hohman y cols. indicó que la reparación en doble fila presentaba una resistencia hasta el fallo mayor comparado con la fila simple.<sup>8</sup> Sin embargo, Ponugoti y cols., en una revisión sistemática y metaanálisis, no encontraron diferencias significativas en los resultados funcionales al comparar la reparación en doble fila equivalente transóseo con la de fila simple medializada.<sup>31</sup> Esto sugiere que, aunque la técnica TOE sin nudos ofrece beneficios biomecánicos, la traducción de estos en ventajas clínicas puede depender de múltiples factores, incluidos el tamaño de la rotura y la calidad del tejido.

En nuestro estudio, los pacientes sometidos a la técnica TOE mostraron una mejoría significativa en los scores funcionales y una reducción del dolor. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que reportan mejoras funcionales tras la reparación del manguito rotador, incluso a largo plazo.<sup>32,33</sup> Johansen y cols. mostraron excelentes resultados funcionales, sobrepaso de las mejoras clínicas mínimamente importantes y supervivencia de la reparación mayor al 94% a una media de 11.5 años de seguimiento.<sup>34</sup>

Nuestro estudio registró solo un 3% de revisiones quirúrgicas. Aunque no evaluamos explícitamente la cicatrización estructural mediante técnicas de imagen, la necesidad de revisión en un único paciente sugiere una tasa de rerrotura baja. Estos resultados son comparables a los reportados en la literatura, donde las tasas de rerrotura varían ampliamente según la técnica utilizada y las características del paciente.

En una revisión sistemática que incluía cuatrocientos cincuenta y cinco hombros, se reportó una tasa de rerrotura diagnosticada por imágenes entre 9.5 y 63.2%. Asimismo, informan una tasa de reoperación entre 3.8 y 15.4%.<sup>35</sup> La baja incidencia de reoperaciones en nuestro estudio refuerza la seguridad y eficacia de la técnica TOE en el corto plazo.

En el presente estudio se estableció un período mínimo de seguimiento de doce meses, fundamentado en investigaciones previas que han demostrado que los resultados postoperatorios tras la reparación del manguito rotador tienden a estabilizarse dentro del primer año, sin presentar cambios significativos entre este y el segundo año de seguimiento. Esta decisión metodológica permite una evaluación adecuada de los resultados clínicos y funcionales y evita sesgos derivados de seguimientos innecesariamente prolongados.<sup>35-38</sup>

Reconocemos varias limitaciones en nuestro estudio. En primer lugar, el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Además, la ausencia de un grupo control impide comparaciones directas con otras técnicas de reparación. Tampoco realizamos evaluaciones estructurales postoperatorias, como resonancias magnéticas, para confirmar la integridad de la reparación, lo que podría proporcionar información más detallada sobre la cicatrización tendinosa. Futuros estudios con muestras más amplias, diseños controlados y evaluaciones estructurales son necesarios para validar y ampliar nuestros hallazgos.

## CONCLUSIÓN

La reparación artroscópica de las roturas del manguito rotador pequeñas y medianas, tratadas mediante la técnica de doble fila equivalente transóseo sin nudos, se asocia a una mejoría significativa del dolor y los resultados funcionales, con un porcentaje bajo de complicaciones en el corto plazo.

**Contribuciones de los autores:** Conceptualización (RB, CL, IT). Metodología, Análisis formal (CL, IT, SB). Investigación (CL, IT, SB, MR). Redacción – borrador original (RB, CL). Redacción – revisión y edición (IT, SB, MR). Supervisión (MR).

**Conflictos de intereses:** los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

**Financiamiento:** Este trabajo ha sido financiado por PROMEDON.

## REFERENCIAS

1. Teunis T, Lubberts B, Reilly BT, Ring D. A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):1913-1921. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.001>.
2. Moosmayer S, Smith HJ, Tariq R, Larmo A. Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff: an ultrasonographic and clinical study. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(2):196-200. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.91B2.21069>.
3. Collin P, Thomazeau H, Walch G, et al. Clinical and structural outcome twenty years after repair of isolated supraspinatus tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(1):196-202. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2018.07.023>.
4. Collin P, Colmar M, Thomazeau H, Mansat P, Boileau P, Valenti P, et al. Clinical and MRI outcomes 10 years after repair of massive posterosuperior rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Nov 7;100(21):1854-1863. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.17.01190>.
5. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(2):219-224. doi: <https://www.doi.org/10.2106/00004623-200402000-00002>.
6. Hein J, Reilly JM, Chae J, Maerz T, Anderson K. Retear rates after arthroscopic single-row, double-row, and suture bridge rotator cuff repair at a minimum of 1 year of imaging follow-up: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015;31(11):2274-2281. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.06.004>.
7. Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? a systematic review. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):835-841. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546509359679>.
8. Hohmann E, König A, Kat CJ, Glatt V, Tetsworth K, Keough N. Single- versus double-row repair for full-thickness rotator cuff tears using suture anchors. A systematic review and meta-analysis of basic biomechanical studies. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(5):859-868. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00590-017-2114-6>.
9. Sobhy MH, Khater AH, Hassan MR, El Shazly O. Do functional outcomes and cuff integrity correlate after single- versus double-row rotator cuff repair? a systematic review and meta-analysis study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(4):593-605. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00590-018-2145-7>.
10. Hashiguchi H, Iwashita S, Sonoki K, Abe K, Yoneda M, Takai S. Clinical outcomes and structural integrity of arthroscopic double-row versus suture-bridge repair for rotator cuff tears. *J Orthop.* 2018;15(2):396-400. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jor.2018.03.012>.
11. Lee KW, Yang DS, Lee GS, Ma CH, Choy WS. Clinical outcomes and repair integrity after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: suture-bridge versus double-row modified Mason-Allen technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(11):1953-1959. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2018.04.005>.
12. Chona DV, Lakomkin N, Lott A, Workman AD, Henry AC, Kuntz AF, et al. The timing of retears after arthroscopic rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(11):2054-2059. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.015>.
13. Iannotti JP, Deutsch A, Green A, et al. Time to failure after rotator cuff repair: a prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(11):965-971. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.L.00708>.
14. Miller BS, Downie BK, Kohen RB, Kijek T, Lesniak B, Jacobson JA, et al. When do rotator cuff repairs fail? serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2064-2070. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511413372>.
15. Yang J Jr, Robbins M, Reilly J, Maerz T, Anderson K. The clinical effect of a rotator cuff re-tear: a meta-analysis of arthroscopic single-row and double-row repairs. *Am J Sports Med.* 2017;45(3):733-741. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516652900>.
16. Denard PJ, Jiwani AZ, Lädermann A, Burkhart SS. Long-term outcome of arthroscopic massive rotator cuff repair: the importance of double-row fixation. *Arthroscopy.* 2012;28(7):909-915. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2011.12.007>.
17. Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy.* 2006;22(12):1360.e1-e5. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2006.07.017>.
18. Park MC, ElAttrache NS, Tibone JE, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part I: Footprint contact characteristics for a transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(4):461-468. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2006.09.010>.
19. Park MC, Tibone JE, ElAttrache NS, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part II: Biomechanical assessment for a footprint-restoring transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(4):469-476. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2006.09.011>.
20. Cho NS, Yi JW, Lee BG, Rhee YG. Retear patterns after arthroscopic rotator cuff repair: single-row versus suture bridge technique. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):664-671. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546509350081>.
21. Kaplan K, ElAttrache NS, Vazquez O, Chen YJ, Lee T. Knotless rotator cuff repair in an external rotation model: the importance of medial-row horizontal mattress sutures. *Arthroscopy.* 2011;27(4):471-478. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2010.11.006>.
22. Vaishnav S, Millett PJ. Arthroscopic rotator cuff repair: scientific rationale, surgical technique, and early clinical and

- functional results of a knotless self-reinforcing double-row rotator cuff repair system. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(2 Suppl):83-90. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2009.12.012>.
23. Barber FA, Drew OR. A biomechanical comparison of tendon-bone interface motion and cyclic loading between single-row, triple-loaded cuff repairs and double-row, suture-tape cuff repairs using biocomposite anchors. *Arthroscopy.* 2012;28(9):1197-1205. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2012.02.015>.
24. Burkhart SS, Adams CR, Burkhart SS, Schoolfield JD. A biomechanical comparison of 2 techniques of footprint reconstruction for rotator cuff repair: the SwiveLock-FiberChain construct versus standard double-row repair. *Arthroscopy.* 2009;25(3):274-281. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2008.09.024>.
25. Samilson RL, Prieto V. Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):456-460.
26. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(304):78-83.
27. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ. American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(6):587-594. doi: <https://www.doi.org/10.1067/mse.2002.127096>
28. Constant CR, Gerber C, Emery RJH, Sjøbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):355-361. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.022>.
29. Park MC, McGarry MH, Gunzenhauser RC, Benefiel MK, Park CJ, Lee TQ. Does transosseous-equivalent rotator cuff repair biomechanically provide a “self-reinforcement” effect compared with single-row repair? *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):1813-1821. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2014.03.008>.
30. Gu Z, Wu S, Yang Y, Ren T, Zhang KW. Comparison of arthroscopic single-row and double-row repair for rotator cuff injuries with different tear sizes: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(8):23259671231180854. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671231180854>.
31. Ponugoti N, Raghu A, Colaco HB, Magill H. A comparison of simple and complex single-row versus transosseous-equivalent double-row repair techniques for full-thickness rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *JSES Int.* 2022;6(1):70-78. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jseint.2021.09.007>.
32. Fox MA, Hughes JD, Drain NP, Wagala N, Patel N, et al. Knotted and knotless double row transosseous equivalent repair techniques for arthroscopic rotator cuff repair demonstrate comparable post-operative outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(5):1919-1924. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-022-07121-0>.
33. Pogorzelski J, Fritz EM, Horan MP, Katthagen JC, Hussain ZB, Godin JA, et al. Minimum five-year outcomes and clinical survivorship for arthroscopic transosseous-equivalent double-row rotator cuff repair. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(24):e1093-e1101. doi: <https://www.doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00519>.
34. Johannsen AM, Arner JW, Elrick BP, Nolte PC, Rakowski DR, Horan MP, et al. Minimum 10-year outcomes of primary arthroscopic transosseous-equivalent double-row rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2021;49(8):2035-2041. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211015419>.
35. Davey MS, Hurley ET, Carroll PJ, Galbraith JG, Shannon F, Kaar K, et al. Arthroscopic rotator cuff repair results in improved clinical outcomes and low revision rates at 10-year follow-up: a systematic review. *Arthroscopy.* 2023 Feb;39(2):452-458. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.11.002>.
36. Sahoo S, Stojanovska M, Imrey PB, Jin Y, Bowles RJ, Ho JC, et al. Changes from baseline in patient-reported outcomes at 1 year versus 2 years after rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2022 Jul;50(8):2304-2314. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211023967>.
37. Manderle BJ, Gowd AK, Liu JN, Beletsky A, Nwachukwu BU, Nicholson GP, et al. Time required to achieve clinically significant outcomes after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2020 Dec;48(14):3447-3453. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211023967>.
38. Patel M, McDaniel L, Sekar M, Kisana H, Sykes JB, Amini MH. One- and 2-year american shoulder and elbow surgeons scores do not vary significantly after arthroscopic rotator cuff repair: a prospective multicenter analysis of 1,567 patients. *Arthroscopy.* 2024 Apr;40(4):1066-1072. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2023.09.024>.