

Seguimiento de la cicatrización postoperatoria del manguito rotador mediante resonancia magnética seriada: timing de rerupturas y evaluación de resultados funcionales

Diego Albertengo¹, Gonzalo Mertenat¹, Gustavo Masuelli¹, Elías Ilieff¹

Departamento de Hombro, Sanatorio Mapaci. Argentina

RESUMEN

Introducción: la reconstrucción artroscópica del manguito rotador con técnica de doble fila "equivalente transóseo" ha mostrado menores tasas de rerupturas en comparación con la técnica de simple fila en lesiones medianas, grandes y masivas. Para evaluar la cicatrización mediante resonancia nuclear magnética (RNM), la clasificación de Sugaya es la más utilizada, la cual nos permite categorizar y evaluar la integridad de la reparación.

Objetivos: determinar por RNM seriada a los tres, seis y doce meses el momento de la falla estructural del manguito rotador, luego de la reparación artroscópica en desgarros medianos, grandes y masivos mediante una técnica estandarizada en doble fila "TOE" (las siglas por su nombre en inglés, *transosseous equivalent*). El objetivo secundario fue evaluar los resultados funcionales obtenidos al año de la intervención y la asociación entre las rerupturas y dichos resultados.

Materiales y métodos: se realizó un estudio de cohorte retrospectivo donde se evaluaron treinta y seis pacientes con lesiones medianas, grandes y masivas del manguito rotador tratados con reconstrucción artroscópica en doble fila. Se evaluó la cicatrización mediante RNM según los parámetros propuestos por Sugaya a los tres, seis y doce meses del postoperatorio y la evaluación funcional de los pacientes con los scores SSV, SST, WORC y ASES al año de seguimiento.

Resultados: de los treinta y seis pacientes incluidos, con una edad media de 60.2 años, el 19.44 % presentaron rerupturas, la mayoría (85.7 %) en los primeros tres meses. No se evidenciaron rerupturas entre los seis y doce meses. La tasa de cicatrización al año fue del 80.56 %. Todos los scores funcionales evaluados (SSV, SST, WORC y ASES) mostraron mejoras significativas al año postoperatorio ($p < 0.001$).

Conclusión: el seguimiento con RNM seriada en el postoperatorio de las reparaciones del manguito rotador con técnica en doble fila de equivalente transóseo (TOE) mostró que el mayor porcentaje de rerupturas se produjo durante los primeros tres meses. La evaluación de los resultados funcionales al comparar aquellos pacientes con cicatrización completa del tendón, o sin esta, no mostró diferencias significativas al año de seguimiento.

Palabras claves: Lesiones del Manguito Rotador, Artroscopia, Imagen por Resonancia Magnética, Cicatrización de Heridas Quirúrgicas, Resultado del Tratamiento

Nivel de evidencia: IV. Cohorte retrospectiva

Autor de correspondencia: Diego Albertengo, drdiegoalbertengo@gmail.com

Recibido: 18/12/2024 Aceptado: 18/02/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/rev.32i1.386>

Cómo citar: Albertengo D, Mertenat G, Masuelli G, Ilieff E. Seguimiento de la cicatrización postoperatoria del manguito rotador mediante resonancia magnética seriada: timing de rerupturas y evaluación de resultados funcionales. Relart 2025;35(1): 40-48.

Postoperative Healing Follow-up of the Rotator Cuff via Serial Magnetic Resonance Imaging: Timing of Reruptures and Functional Outcome Evaluation

ABSTRACT

Introduction: arthroscopic rotator cuff repair using the double-row “transosseous equivalent” technique has demonstrated lower re-tear rates compared to the single-row technique in medium, large, and massive tears. The Sugaya classification, commonly used to assess healing via Magnetic Resonance (MRI), enables categorization and evaluation of repair integrity.

Objectives: to determine, through serial magnetic resonance imaging at three, six, and twelve months, the timing of structural failure of the rotator cuff following arthroscopic repair of medium, large, and massive tears using a standardized double-row “TOE” technique. The secondary objective was to evaluate the functional outcomes obtained one year after the intervention and the association between re-tears and these outcomes.

Materials and methods: a retrospective cohort study was conducted on thirty-six patients with medium, large, and massive rotator cuff tears treated with arthroscopic double-row repair. Healing was assessed via MRI using Sugaya’s classification at three, six, and twelve months postoperatively, while functional outcomes were evaluated after one year using SSV, SST, WORC, and ASES scores.

Results: among the thirty-six patients (mean age: 60.2 years), 19.44% experienced re-tears, with the majority (85.7%) occurring within the first three months. No re-tears were observed between six and twelve months. The healing rate at one year was 80.56%. Functional scores (SSV, SST, WORC, and ASES) showed significant improvements in one year postoperatively ($p < 0.001$).

Conclusion: the follow-up with serial MRI in the postoperative period of rotator cuff repairs using the transosseous equivalent (TOE) double-row technique showed that the highest percentage of re-tears occurred within the first three months. The evaluation of functional outcomes, comparing patients with and without complete tendon healing, revealed no significant differences at the one-year follow-up.

Keywords: Rotator Cuff Injuries, Arthroscopy, Magnetic Resonance Imaging, Surgical Wound Healing, Treatment Outcome

Level of evidence: IV. Retrospective cohort study

INTRODUCCIÓN

La reconstrucción artroscópica del manguito rotador es una práctica habitual para el cirujano artroscopista y, sin dudas, lograr la cicatrización, un gran desafío.¹ Entre los factores que pueden interferir en la cicatrización se encuentran el tabaquismo, la obesidad, la hiperlipidemia, la deficiencia de vitamina D y la diabetes.²⁻⁴ También existen factores pronósticos predictivos de la cicatrización del manguito rotador agrupados en “Rotator Cuff Healing Index” (RoHI), como son: la edad, el tamaño y retracción de la ruptura, el grado de infiltración grasa, la densidad mineral ósea y el nivel de actividad.⁵

A lo largo del tiempo, las técnicas de reparación artroscópica se han perfeccionado. Sin embargo, según la literatura, las tasas de rerupturas son variables y pueden oscilar entre el 4 y el 94%.^{6,7} En lesiones grandes y masivas, se ha mostrado que la reconstrucción en doble fila “equivalente transóseo” (TOE, las siglas por su nombre en inglés, *transosseous equivalent*) presenta un menor porcentaje de rerupturas en comparación con la técnica simple fila.^{1,8,9} Se han publicado múltiples estudios que evalúan la cicatrización del manguito rotador mediante ecografía seriada postoperatoria,¹⁰⁻¹³ y si bien esta técnica es sencilla, de bajo costo y de fácil acceso, tiene la desventaja de ser un estudio operador dependiente.¹⁴ Por el contrario, la RNM es un estudio costoso, que presenta mayor

sensibilidad para la detección de rerupturas y puede ser evaluado por diferentes profesionales, más allá de las discrepancias que puedan existir inter e intra-observador.^{15,16} El estudio seriado mediante RNM postoperatoria puede mostrar el momento de la falla estructural de la reparación del manguito rotador. La clasificación de Sugaya es la más difundida y frecuentemente utilizada para evaluar la integridad de la reparación por RNM postoperatoria.^{17,18}

Estudios clínicos han demostrado que la cicatrización postoperatoria del manguito rotador podría ser clave para prevenir futuras artropatías,¹⁹⁻²¹ pero, en seguimientos a corto plazo, las rerupturas no siempre se traducen en peores resultados funcionales.¹⁹

El objetivo primario de este estudio fue determinar mediante RNM seriada a los tres, seis y doce meses, el momento de la falla estructural del manguito rotador, luego de la reparación artroscópica en desgarros medianos, grandes y masivos mediante una técnica estandarizada en doble fila TOE. El objetivo secundario fue evaluar los resultados funcionales obtenidos al año de la intervención y la asociación entre las rerupturas y dichos resultados.

La hipótesis fue que el mayor porcentaje de rerupturas se produciría durante los primeros tres meses del postoperatorio, y que aquellos pacientes sin cicatrización completa del tendón presentarían peores resultados funcionales al final del seguimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo de tipo cohorte retrospectiva de pacientes con diagnóstico de lesión del manguito rotador por cualquier causa a quienes se les efectuó una reconstrucción artroscópica en “doble fila” entre enero de 2019 y marzo de 2020. Todos los procedimientos fueron realizados en un centro de alta complejidad, especializado en ortopedia y traumatología, por el mismo cirujano y equipo quirúrgico.

Se incluyeron aquellos pacientes con diagnóstico de lesiones medianas, grandes y masivas del manguito rotador, según la clasificación bidimensional de Snyder (C2, C3 y C4),²² diagnosticadas mediante RNM preoperatoria, a quienes se les realizó una reconstrucción artroscópica en doble fila TOE y seguimiento con resonancia magnética a los tres, seis y doce meses postoperatorios. Se excluyeron pacientes con atrofia grasa (Goutallier ≥ 3) diagnosticados con RNM preoperatoria, reparaciones parciales, lesiones irreparables y aquellas menores a 1 cm (C1 de la clasificación de Snyder).

El protocolo del siguiente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Técnica quirúrgica

Todos los procedimientos fueron realizados con el paciente en posición de silla de playa bajo un bloqueo regional interescaletico guiado con ecografía. Bajo visión artroscópica se realizó la inspección articular diagnóstica desde el portal posterior y el portal anterior con técnica fuera-dentro. En un primer tiempo, fueron reparadas las lesiones asociadas del bíceps y del subescapular (Tabla 1). Desde el portal posterior se inspeccionó el espacio subacromial y se establecieron los portales anterolateral y posterolateral. Con visión desde el abordaje posterolateral se evaluó el tamaño y el patrón de la ruptura (ver Tabla 1) (Fig. 1A). Se preparó el *footprint* con *burr* y se realizaron microfracturas (Fig. 1B) para mejorar el escenario biológico para la cicatrización. En todos los casos se efectuó una reparación con anclajes mediales Corkscrew (Arthrex Inc., Naples Florida, EE. UU.) de 5 mm cargados con doble sutura FiberWire® (Fig. 1C). La cantidad de anclajes de la fila medial dependió del tamaño de la ruptura. En todos los casos se anudó la fila medial con nudos deslizantes “Duncan Loop”. Finalmente, se completó la reparación en doble fila mediante la colocación de anclajes laterales PushLock 3.5 mm PEEK (Arthrex Inc., Naples Florida, EE. UU.) (Fig. 1D). Al igual que en la fila medial, la cantidad de anclajes de la hilera lateral varió de acuerdo al tamaño de la ruptura. Se realizó una mínima acromioplastia anteroinferior solo en los casos donde el ligamento coracoacromial presentó severos signos de fricción y dificultaba la visión en el espacio subacromial.

Se realizó un seguimiento con RNM (Signa™ Creator GE 1.5T) a los tres, seis y doce meses postoperatorios. La evaluación fue llevada a cabo por dos especialistas en diagnóstico por imágenes en forma

Tabla 1. Lesiones asociadas y patrón de las lesiones del manguito rotador

Característica y patrón de rupturas	n (%)
Patrón de lesión	
Tipo L	11 (30.5 %)
Tipo L reversa	2 (5.55 %)
Tipo U	8 (22.22 %)
Crescent	15 (41.66 %)
Extensión (Snyder)	
C2	22 (61.11 %)
C3	3 (8.3 %)
C4	11 (30.5 %)
Retracción (Patte)	
I	3 (8.33 %)
II	22 (61.11 %)
Tenodesis	
Alta	8 (22.22 %)
Subpectoral	21 (58.33 %)
Tenotomía	3 (8.33 %)
No identificada	4 (11.11 %)
Acromioplastia	18 (50 %)
Mumford	2 (5.55 %)
Lesión del subescapular asociada	14 (38.88 %)

independiente. Se utilizó la clasificación de Sugaya para determinar la cicatrización de la reparación y el momento en el que se produjeron las fallas (rerupturas). Consideramos como cicatrizados los tipos I, II y III de dicha clasificación y como rerupturas, los tipos IV y V.²³

En todos los pacientes se utilizó el score de RoHI preoperatorio para predecir la cicatrización y riesgo de fallas luego de la reparación artroscópica del manguito rotador. Para evaluar la funcionalidad de los pacientes, se emplearon las escalas SSV (Subjective Shoulder Value), SST (Shoulder Simple Test), WORC (Western Ontario Rotator Cuff) y ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons) comparando los resultados obtenidos en el período preoperatorio y al año de la cirugía. Los datos fueron completados por los pacientes el día de su internación y en la consulta médica al año del postoperatorio.

Rehabilitación

El hombro fue inmovilizado con cabestrillo en posición de rotación neutra entre cuatro y seis semanas. Se indicó movilidad pasiva asistida de codo, mano y muñeca y ejercicios de estabilización periescapular inmediato a la cirugía. A partir de la cuarta semana, todos los pacientes comenzaron su terapia de rehabilitación con el mismo equipo de rehabilitadores especializados en miembro superior. Se restringió la movilidad activa hasta el tercer mes del postoperatorio.

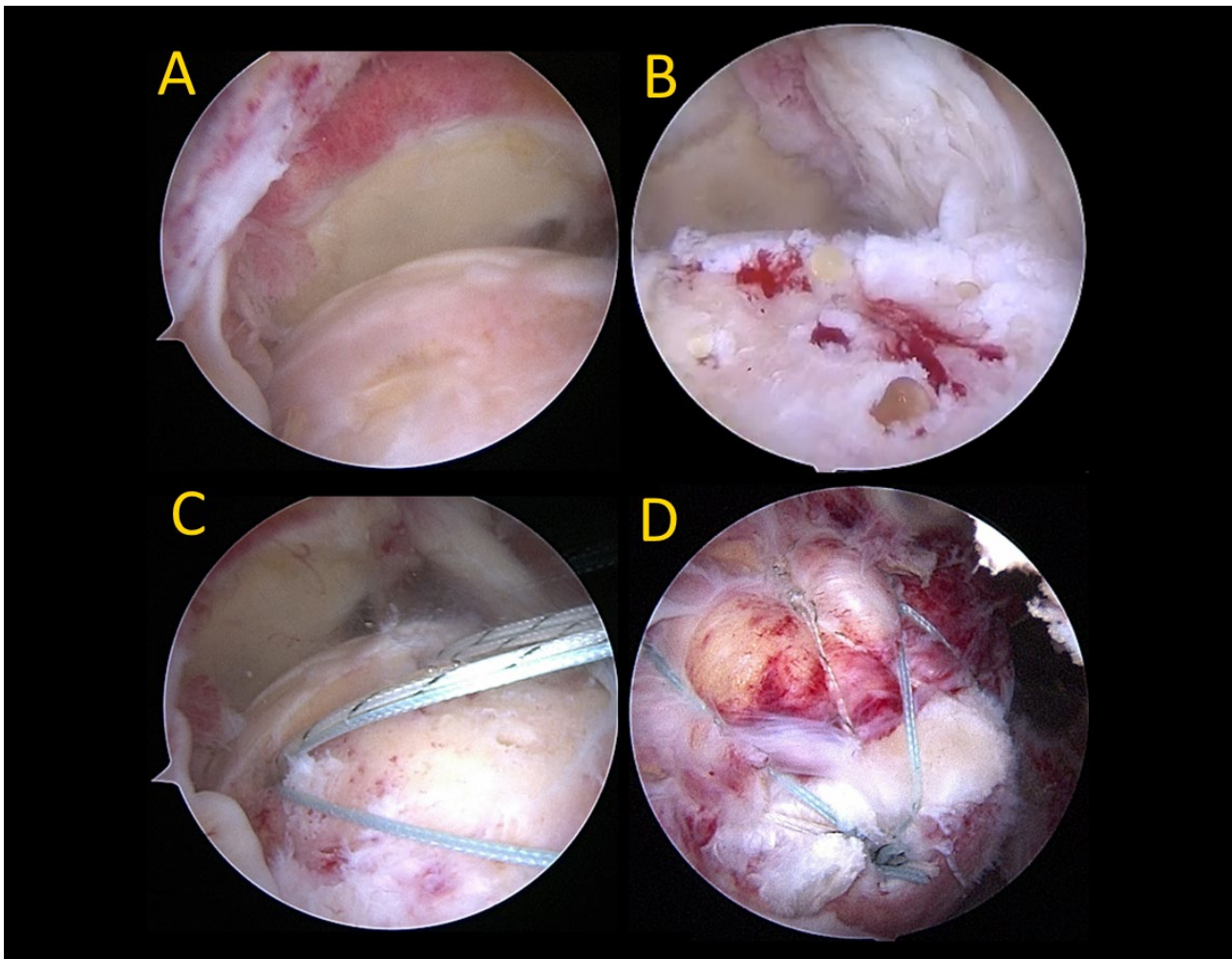


Figura 1. Imágenes intraoperatorias de la técnica quirúrgica. A) Visión del tamaño y patrón de la ruptura. B) Preparación del footprint. C) Anclajes fila medial. D) Anclajes fila lateral "knotless".

Análisis estadístico

Se presentan los datos como valor absoluto y porcentaje para datos categóricos, media y desvío estándar para datos numéricos con distribución normal y mediana con intervalo intercuartil (IIC) para datos numéricos con distribución no-normal. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para valorar normalidad de variables. Se compararon los puntajes de las escalas SSV, SST, WORC y ASES mediante test de rangos signados de Wilcoxon. Todos los datos fueron analizados con el programa R versión 4.4.1.

RESULTADOS

Durante el período de evaluación se realizaron ciento veintisiete reparaciones artroscópicas del manguito rotador. Se excluyeron ochenta y cinco pacientes con atrofia grasa (Goutallier ≥ 3) diagnosticados con RNM preoperatoria, reparaciones parciales, lesiones irreparables, rupturas menores a 1 cm y aquellas en las que se utilizó otra técnica quirúrgica. Seis pacientes se perdieron durante el seguimiento con RNM. De esta forma, quedaron disponibles para el análisis final un

total de treinta y seis pacientes con una media de edad de 60.2 años (DE ± 7.83). De ellos, doce (33 %) eran de sexo femenino y veinticuatro (67 %), de sexo masculino. Once (30.6 %) presentaban diagnóstico de dislipidemia; tres (8.3 %) eran tabaquistas y dos (5.55 %) tenían diabetes tipo II.

Dentro del año del procedimiento, hubo un total de siete rerupturas (19.44 %), de estas, seis se produjeron antes de los tres meses, y la restante entre los tres y los seis meses del postoperatorio. No se evidenciaron rerupturas entre los seis y doce meses luego de la reconstrucción. El porcentaje total de cicatrización al año fue del 80.56 %. En la Tabla 2 se detallan los valores absolutos y porcentuales de las categorías del score de Sugaya del grupo de participantes. No encontramos asociación entre los factores de riesgo prequirúrgicos y las rerupturas.

La media del score de RoHI para la cohorte global fue de 4.694 puntos (DE ± 2.32). En los pacientes con cicatrización tendinosa la media fue de 4.55 (DE ± 2.34) y 5.29 (DE ± 2.36) en aquellos que presentaron rerupturas. Estas diferencias no resultaron significativas ($p = 0.42$).

Evaluación funcional

Respecto de los puntajes de los scores funcionales, los pacientes presentaron en la evaluación preoperatoria una mediana de 45.28% (IIC 37.5% - 0.52%) para el score SSV; una mediana de 41.6% (IIC 25% - 58.3%) para el SST; una mediana de 45.9% (IIC 24.12% - 61.52%) para el WORC y una mediana de 33.33% (IIC 25% - 39.9%) para el score ASES. A los doce meses postoperatorio la mediana del score SSV fue 95% (IIC 90% - 100%), para el SST fue de 100% (IIC 91.6% - 100%), para el WORC fue 97.8% (IIC 93.4% - 99.82%) y para el ASES fue de 98.3% (IIC 94.5% - 100%).

El análisis pre y postoperatorio del score de ASES mostró que el 100% de los pacientes alcanzaron un "Substantial Clinical Benefit" (SCB) con una mejoría promedio de 65 puntos para dicho score postoperatorio.²⁴ Si bien obtuvimos mejorías significativas en todos los scores funcionales, no encontramos diferencias entre los pacientes cicatrizados y con rerupturas al año de seguimiento. En la figura 2 se representa mediante *boxplots* un gráfico comparativo entre los valores basales de los scores mencionados en el momento

basal y al año postoperatorio. Se realizó un test de rangos signados de Wilcoxon para valorar la diferencia entre cada uno de los scores medidos en el momento basal y a los doce meses, resultando significativo ($p < 0.001$) para todos los scores individuales.

Complicaciones

Durante el transcurso del período postoperatorio, ocho pacientes presentaron signos de rigidez que revertieron con la rehabilitación al final del seguimiento. Definimos rigidez como la limitación de la movilidad pasiva menor a 30° al menos en dos planos (flexión anterior, abducción, rotación interna, rotación externa). No se observaron complicaciones mayores tales como infecciones, ni lesiones neurovasculares. El 19.44% de los pacientes presentó una reruptura durante el primer año de seguimiento. Sin embargo, durante este período, ninguno requirió una cirugía de revisión.

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del siguiente estudio fueron que el mayor porcentaje de rerupturas en la reparación del manguito rotador ocurrió durante los primeros tres meses del postoperatorio, confirmando parcialmente la hipótesis inicial. Este resultado es congruente con investigaciones previas que identifican el período temprano como crítico para la cicatrización estructural. Sin embargo, a pesar de estas fallas, todos los pacientes lograron mejoras significativas al año según lo reflejado en los scores funcionales como el ASES, que alcanzó un beneficio clínico sustancial (SCB, las siglas por su nombre en inglés) con una mejoría promedio de 65 puntos en la evaluación postoperatoria.²⁴

En un estudio recientemente publicado por Yamaura y cols.²⁵ evaluaron en forma retrospectiva seiscientos

Tabla 2. Valores absolutos y porcentuales de las categorías del score de Sugaya del grupo de participantes

Sugaya	Tres meses	Seis meses	Doce meses
I	4 (11.1%)	1 (2.78%)	6 (16.7%)
II	19 (52.8%)	19 (52.8%)	12 (33.3%)
III	7 (19.4%)	9 (25%)	11 (30.6%)
IV	4 (11.1%)	4 (11.1%)	4 (11.1%)
V	2 (5.56%)	3 (8.3%)	3 (8.3%)

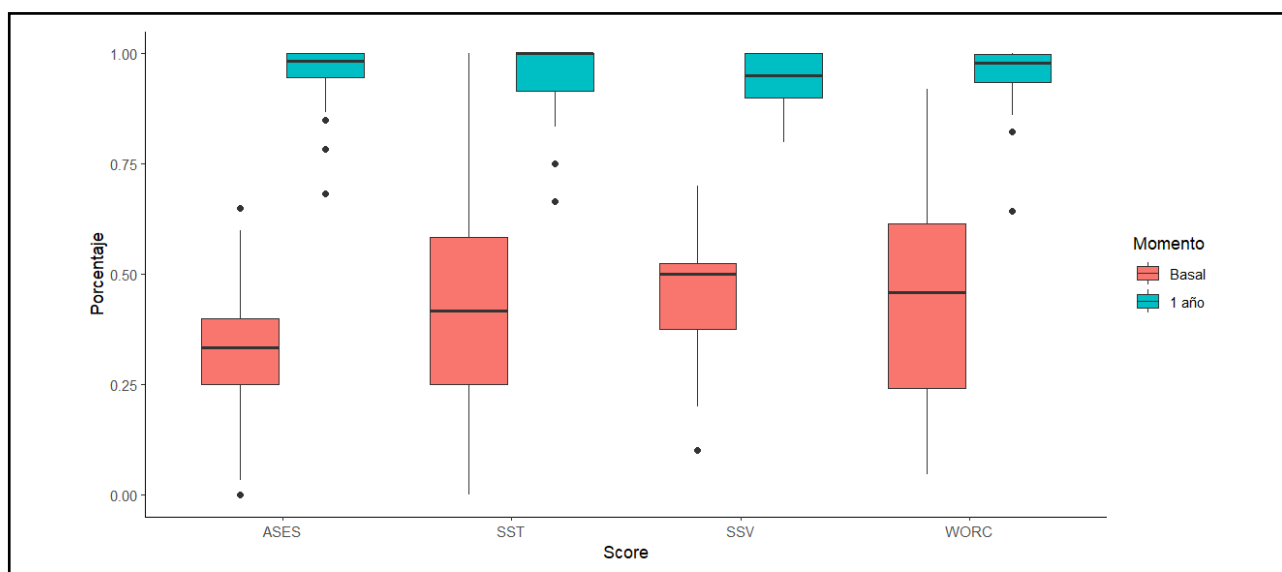


Figura 2. *Boxplots* con la distribución basal y al año de los scores ASES, SST, SSV y WORC para los participantes del estudio.

treinta y ocho pacientes con reparación artroscópica en doble fila de manguito rotador TOE mediante RNM a las seis semanas, tres, seis y doce meses. Reportaron 6.4 % de rupturas al año, de las cuales el 68 % se produjeron antes de los tres meses. Al igual que nuestro estudio, estos hallazgos reflejan un mayor porcentaje de fallas en el período inicial.

En otro estudio, Kim y cols.²⁶ evaluaron mediante RNM postoperatoria a noventa y cinco pacientes con lesiones pequeñas, medianas, grandes y masivas con reparación artroscópica simple y doble fila TOE. El estudio de la cicatrización con RNM reportó 26 % (veinticinco pacientes) con rupturas antes de los tres meses. De los sesenta y un pacientes restantes solo uno presentó una falla luego de ese período de seguimiento. En el estudio publicado por Liu y cols.,²⁷ evaluaron veintisiete pacientes con reparación en doble fila con técnica de túneles transóseos en pacientes con lesiones de 2 a 4 cm. Presentaron 33 % de rupturas al año de seguimiento con RNM. Xie y cols.²⁸ evaluaron la cicatrización con RNM a los tres, seis, doce y veinticuatro meses en veinticinco pacientes postoperatorios con técnica simple y doble fila; reportaron un 8 % (2/25) de fallas (Sugaya IV), una de las cuales se produjo antes de los tres meses y la restante entre los tres y los seis meses.

Otros autores informan los resultados de cicatrización con RNM en reparaciones con técnica simple fila: Malavolta y cols.²⁹ publican una serie de cincuenta y cuatro pacientes y seguimiento con RNM a los tres, seis y doce meses. Presentan un 20.3 % de rupturas (Sugaya \geq III) a los tres meses, 12.9 % entre los tres y los seis (Sugaya \geq III) y 12.9 % entre los seis y los doce meses (Sugaya \geq III). A diferencia de nuestra serie presentan un mayor número de fallas entre los tres y los doce meses del postoperatorio. Cabe destacar, que incluyen como falla de la cicatrización a partir de Sugaya tipo III, lo cual explicaría el mayor número de rupturas. Getelman y cols.³⁰ reportaron cicatrización del 91 % con RNM a veinticuatro meses en pacientes con lesiones entre 2 y 4 cm tratados mediante una técnica simple fila con anclajes cargados con triple sutura.

En nuestro estudio utilizamos una técnica estandarizada en doble fila TOE con anudado de la fila medial. Takeuchi y cols.³¹ también realizaron anudado de la fila medial en trescientos ochenta y cuatro hombros para determinar la cicatrización por RNM y el tipo de ruptura de acuerdo a la clasificación de Cho.^{31,32} El 84.4 % (trescientos veinticuatro hombros) consiguieron la cicatrización al final del seguimiento. Reportaron un 15.6 % de rupturas (sesenta hombros), de los cuales cuarenta presentaron una lesión tipo I y veinte una lesión tipo II de la clasificación de Cho.

Dukan y cols.³³ evalúan setenta y tres hombros con lesiones medianas y grandes del manguito rotador tratados mediante una técnica doble fila (TOE) sin anudado medial con un seguimiento con RNM a dos años. El 88 % (cincuenta y siete hombros) mostraron

cicatrización tendinosa. Del total de las rupturas, el 12 % (ocho hombros) se produjo en la unión miotendinosa (Cho tipo II). En otro estudio prospectivo, Kim y cols.³⁴ comparan la reparación artroscópica con técnica doble fila, con anudado de la fila medial y sin este. Si bien ambas técnicas mostraron mejoras significativas en las pruebas funcionales, la técnica sin anudado medial reportó una mayor tasa de ruptura a los dos años.

Con respecto a la evaluación funcional, evaluamos los pacientes preoperatorios y al año del seguimiento con los *scores* SSV, SST, WORC y ASES. Obtuvimos mejoras significativas al término de seguimiento en cada uno de ellos, sin diferencias entre los pacientes cicatrizados y aquellos con rupturas. En el estudio publicado recientemente por Yau y cols.³⁵ evalúan cicatrización con RNM a dieciocho meses postoperatorios en ciento cinco pacientes con técnica simple y doble fila. Presentaron cicatrización tendinosa en el 86.6 % de los pacientes (noventa y uno) y 13.4 % de rupturas. Obtuvieron mejoras funcionales significativas en el *score* de ASES y VAS a los dos años de seguimiento, sin diferencia entre los pacientes cicatrizados y aquellos con ruptura. Sin embargo, los pacientes con integridad de la reparación mostraron aumentos significativos en el ASES y VAS a cinco años de seguimiento.

Por otra parte, Buyukdogan y cols.³⁶ evaluaron con RNM la técnica de reparación en doble fila TOE para lesiones medianas, grandes y masivas en setenta y dos hombros con un seguimiento a diez años: reportaron un 21.3 % de fallas. Todos los pacientes mostraron mejoras clínicas al final del seguimiento. Solo el *score* de Constant arrojó diferencias significativas entre los pacientes con cicatrización y aquellos que sufrieron una ruptura. En otro estudio multicéntrico, Collin y cols.³⁷ reportan mejoras clínicas funcionales en las reparaciones aisladas del supraespinoso y deterioro progresivo en pacientes con rupturas en la evaluación a diez años de seguimiento.

Los resultados expuestos en la literatura y los obtenidos en esta serie muestran que el mayor número de fallas en la cicatrización se produciría durante los primeros tres meses del postoperatorio del manguito rotador. Los resultados funcionales, con seguimiento a corto plazo, pueden revelar mejoras significativas similares, tanto en los pacientes con cicatrización tendinosa como en aquellos con ruptura. Sin embargo, la literatura muestra un deterioro de los *scores* funcionales en los pacientes con rupturas con seguimientos prolongados a cinco o diez años.³⁵⁻³⁷

La literatura expresa que la cicatrización del manguito rotador depende de múltiples variables, inherentes al paciente (edad, calidad de tejido, nivel de actividad y comorbilidades) y al procedimiento quirúrgico (tamaño de la ruptura, técnica quirúrgica y protocolo de rehabilitación).³⁸

En esta serie de casos utilizamos una técnica estandarizada doble fila (TOE) asociada a estimulación

biológica mediante microfracturas. A su vez, empleamos un mismo protocolo de rehabilitación, restringiendo la movilidad activa hasta el tercer mes del postoperatorio. Creemos que podrían existir factores biológicos o estructurales del tendón que afectarían la cicatrización postoperatoria. Esto nos motiva a realizar futuras investigaciones sumando recursos biológicos (PRP, células madre) o aumentaciones estructurales (parches), que podrían reducir el porcentaje de rerupturas en períodos iniciales.

Dentro de las fortalezas del estudio, se incluyen que todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo cirujano y mismo equipo quirúrgico, siguieron un mismo protocolo postoperatorio de inmovilización y rehabilitación con especialista en miembro superior. Además, la evaluación postoperatoria de la reparación del manguito rotador fue realizada mediante imágenes de RNM seriadas, a intervalos de tiempos estandarizados y analizados según la clasificación de Sugaya, la más utilizada y confiable para la evaluación postoperatoria de la reparación del manguito rotador. Por otra parte, la evaluación de los resultados de las RNM fue efectuada por dos médicos independientes especialistas en diagnóstico por imágenes, lo que reduce el sesgo potencial que podría surgir si los evaluadores fueran cirujanos involucrados en el tratamiento.

La principal limitación es el tamaño de la muestra en relación a la variabilidad de las rupturas tratadas. Un aumento de la distribución muestral podría fortalecer los hallazgos obtenidos. También, el corto período de seguimiento puede no ser suficiente para evaluar las implicancias a largo plazo de las rerupturas y el impacto en los scores funcionales. Cabe destacar que, si bien obtuvimos mejoras significativas en todos los scores funcionales utilizados, no valoramos pruebas de fuerza que pudimos haber obtenido mediante la escala de Constant. Además, la ausencia de un grupo control dificulta la comparación de los resultados con otras técnicas quirúrgicas. Por último, utilizamos un equipo de RNM 1.5T sin contraste intraarticular, y el artefacto producido por el material podría dificultar la evaluación. El uso de dispositivos 3T o de contraste intraarticular podría aumentar la precisión en dicha evaluación.

CONCLUSIÓN

El seguimiento con RNM seriada en el postoperatorio de las reparaciones del manguito rotador con técnica en doble fila de equivalente transóseo (TOE) mostró que el mayor porcentaje de rerupturas se produjo durante los primeros tres meses. La evaluación de los resultados funcionales al comparar aquellos pacientes con cicatrización completa del tendón, o sin esta, no mostró diferencias significativas al año de seguimiento.

Contribuciones de autores: Conceptualización, Administración de proyectos (DA, Gme), Metodología, Investigación, Redacción-Borrador

original (DA, Gme, Gma, El), Recursos, Adquisición de fondos (DA), Curación de datos (Gma, El), Redacción - Revisión y Edición (DA, Gme, El), Visualización (El).

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

Financiamiento: el costo del estudio fue financiado por los investigadores y el Sanatorio Mapaci.

REFERENCIAS

1. Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy*. 2006 Dec;22(12):1360.e1-e5. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2006.07.017>.
2. Podsiadło M, Błasiak A, Borkowski L, Brzóška R. Smoking as an additional risk factor in arthroscopic rotator cuff repair among type 2 diabetics. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2022 Dec 31;24(6):375-384. doi: <https://www.doi.org/10.5604/01.3001.0016.2319>.
3. O'Donnell EA, Fu MC, White AE, Taylor SA, Dines JS, Dines DM, et al. The effect of patient characteristics and comorbidities on the rate of revision rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2020 Sep;36(9):2380-2388. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2020.05.022>.
4. Daumillare A, Carré R, Thouvenin Y, Chammas M, Lazerges C, Coulet B. Prospective study of 90 arthroscopic rotator cuff repairs for isolated distal supraspinatus tear, assessing the impact of cardiovascular risk factors on tendon healing. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2023 Apr;109(2):103244. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103244>.
5. Kwon J, Kim SH, Lee YH, Kim TI, Oh JH. The rotator cuff healing index: a new scoring system to predict rotator cuff healing after surgical repair. *Am J Sports Med*. 2019 Jan;47(1):173-180. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546518810763>.
6. 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 Feb;86(2):219-224. doi: <https://www.doi.org/10.2106/00004623-200402000-00002>.
7. Deutsch A, Kroll DG, Hasapes J, Staewen RS, Pham C, Tait C. Repair integrity and clinical outcome after arthroscopic rotator cuff repair using single-row anchor fixation: a prospective study of single-tendon and two-tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008 Nov-Dec;17(6):845-852. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2008.04.004>.
8. Mihata T, Watanabe C, Fukunishi K, Ohue M, Tsujimura T, Fujiwara K, et al. Functional and structural outcomes of single-row versus double-row versus combined double-row and suture-bridge repair for rotator cuff tears. *Am J Sports Med*. 2011 Oct;39(10):2091-2098. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511415660>.

9. Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Apr;82(4):505-515. doi: <https://www.doi.org/10.2106/00004623-200004000-00006>.
10. 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 Oct;39(10):2064-2070. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511413372>.
11. Bagheri N, Bonneville N, Gallinet D, Barth J, Labattut L, Metais P, et al. Prospective study of tendon healing and functional gain after arthroscopic repair of isolated supraspinatus tear. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020 Dec;106(8S):S201-S206. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.otsr.2020.08.007>.
12. Noyes MP, Ladermann A, Denard PJ. Functional outcome and healing of large and massive rotator cuff tears repaired with a load-sharing rip-stop construct. *Arthroscopy.* 2017 Sep;33(9):1654-1658. doi:<https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2017.04.003>.
13. Nabergoj M, Bagheri N, Bonneville N, Gallinet D, Barth J, Labattut L, et al. Arthroscopic rotator cuff repair: is healing enough? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021 Dec;107(8S):103100. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103100>.
14. Jacobson JA. Musculoskeletal ultrasound: focused impact on MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2009 Sep;193(3):619-627. doi: <https://www.doi.org/10.2214/AJR.09.2841>.
15. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. *Arthroscopy.* 2005 Nov;21(11):1307-1316. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2005.08.011>.
16. Collin P, Yoshida M, Delarue A, Lucas C, Jossaume T, Lädermann A, et al. Evaluating postoperative rotator cuff healing: prospective comparison of MRI and ultrasound. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015 Oct;101(6 Suppl):S265-S268. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.otsr.2015.06.006>.
17. Hasegawa A, Mihata T, Yasui K, Kawakami T, Itami Y, Neo M. Intra- and Inter-rater agreement on magnetic resonance imaging evaluation of rotator cuff integrity after repair. *Arthroscopy.* 2016 Dec;32(12):2451-2458. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.04.027>.
18. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair: a prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 May;89(5):953-960. doi: <https://www.doi.org/10.2106/10.2106/JBJS.F.00512>.
19. Kim G, Kim S, Lee Y, Jang I, Kim JH. Prognostic factors leading to good or poor outcomes based on functional and radiological findings after a rotator cuff retear. *Am J Sports Med.* 2022 Dec;50(14):3924-3933. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465221128232>.
20. Misir A, Uzun E, Kizkapan TB, Ozcamdalli M, Sekban H, Guney A. Factors associated with the development of early- to mid-term cuff-tear arthropathy following arthroscopic rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021 Jul;30(7):1572-1580. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2020.09.016>.
21. Clifford AL, Hurley E, Anakwenze O, Klifto CS. Rotator cuff arthropathy: a comprehensive review. *J Hand Surg Glob Online.* 2024 Feb 29;6(4):458-462. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jhsg.2023.12.014>.
22. Calvo E, Rebollón C, Itoi E, Imhoff A, Savoie FH, Arce G. Reliable interobserver and intraobserver agreement of the International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) classification system of rotator cuff tears. *J ISAKOS.* 2022 Apr;7(2):56-61. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jisako.2021.12.004>.
23. Muniandy M, Niglis L, Claude Dosch J, Meyer N, Kempf JF, Collin P, et al. Postoperative rotator cuff integrity: can we consider type 3 Sugaya classification as retear? *J Shoulder Elbow Surg.* 2021 Jan;30(1):97-103. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.002>.
24. Kim DM, Kim TH, Kholinne E, Park JH, Shin MJ, Kim H, et al. Minimal clinically important difference, substantial clinical benefit, and patient acceptable symptomatic state after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2020 Sep;48(11):2650-2659. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546520943862>.
25. Yamaura K, Fujibayashi I, Kurosawa T, Mifune Y, Inui A, Ozaki T, et al. Timing of retears after arthroscopic rotator cuff repair and associated factors. *J Shoulder Elbow Surg.* 2023 Sep;32(9):1929-1936. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2023.01.026>.
26. Kim JH, Hong IT, Ryu KJ, Bong ST, Lee YS, Kim JH. Retear rate in the late postoperative period after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2014 Nov;42(11):2606-2613. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514547177>.
27. Liu XN, Yang CJ, Lee GW, Kim SH, Yoon YH, Noh KC. Functional and radiographic outcomes after arthroscopic transosseous suture repair of medium sized rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2018 Jan;34(1):50-57. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2017.07.035>.
28. Xie Y, Liu S, Qiao Y, Hu Y, Zhang Y, Qu J, et al. Quantitative T2 mapping-based tendon healing is related to the clinical outcomes during the first year after arthroscopic rotator cuff repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021 Jan;29(1):127-135. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-019-05811-w>.
29. Malavolta EA, Assunção JH, Ramos FF, Ferreira TC, Gracitelli MEC, Bordalo-Rodrigues M, et al. Serial structural MRI evaluation of arthroscopy rotator cuff repair: does Sugaya's classification correlate with the postoperative clinical outcomes? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Jun;136(6):791-797. doi:<https://www.doi.org/10.1007/s00402-016-2429-5>.
30. Dierckman BD, Ni JJ, Karzel RP, Getelman MH. Excellent healing rates and patient satisfaction after arthroscopic repair of

medium to large rotator cuff tears with a single-row technique augmented with bone marrow vents. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Jan;26(1):136-145. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-017-4595-6>.

31. Takeuchi Y, Sugaya H, Takahashi N, Matsuki K, Tokai M, Morioka T, et al. Repair integrity and retear pattern after arthroscopic medial knot-tying after suture-bridge lateral row rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2020 Aug;48(10):2510-2517. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546520934786>.

32. 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 Apr;38(4):664-671. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546509350081>.

33. Dukan R, Ledinet P, Donadio J, Boyer P. Arthroscopic rotator cuff repair with a knotless suture bridge technique: functional and radiological outcomes after a minimum follow-up of 5 years. *Arthroscopy.* 2019 Jul;35(7):2003-2011. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2019.02.028>.

34. Kim KC, Shin HD, Lee WY, Yeon KW, Han SC. Clinical outcomes and repair integrity of arthroscopic rotator cuff repair using suture-bridge technique with or without medial tying: prospective

comparative study. *J Orthop Surg Res.* 2018 Aug 28;13(1):212. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13018-018-0921-z>.

35. Yau WP. Differences in clinical outcomes between patients with retear after supraspinatus tendon repair and those with intact repair at 5-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2024 Mar;52(4):1040-1052. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465241227643>.

36. Buyukdogan K, Aslan L, Koyuncu Ö, Eren İ, Birsel O, Fox MA, et al. Long-term outcomes after arthroscopic transosseous-equivalent repair: clinical and magnetic resonance imaging results of rotator cuff tears at a minimum follow-up of 10 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021 Dec;30(12):2767-2777. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2021.04.034>.

37. Collin P, Kempf JF, Molé D, Meyer N, Agout C, Saffarini M, et al. Ten-year multicenter clinical and MRI evaluation of isolated supraspinatus repairs. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Aug 16;99(16):1355-1364. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.16.01267>.

38. Kluczynski MA, Isenburg MM, Marzo JM, Bisson LJ. Does early versus delayed active range of motion affect rotator cuff healing after surgical repair? a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016 Mar;44(3):785-791. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546515582032>.