

Consideraciones relevantes para el tratamiento conservador de roturas del manguito rotador

Relevant Considerations for Conservative Treatment of Degenerative Rotator Cuff Ruptures

Patricio Meleán Quiroga¹

¹ Cirujano de Hombro, Red Salud, Clínicas Vitacura y Santiago, Santiago, Chile

Rev Chil Ortop Traumatol 2018;59:87-91.

Address for correspondence: Patricio Meleán Quiroga, Av. Libertador Bernardo O'higgins 4850, Estación Central, Región Metropolitana, Santiago, Chile (e-mail: patricio.melean@gmail.com).

Introducción

Las roturas degenerativas del manguito rotador (MR) están asociadas habitualmente al envejecimiento de los tejidos del paciente, siendo ellas frecuentemente asintomáticas.

Los factores que influyen en el progreso de los síntomas o aumento del tamaño de la rotura o la aparición de dolor en una rotura previamente asintomática pueden ser discutidos al analizar estudios longitudinales que examinen la historia natural de la enfermedad.

En general, el tratamiento quirúrgico de las roturas del MR se reserva para pacientes sintomáticos, donde el tratamiento conservador bien instituido por un período razonable de al menos 3 meses -abordando puntos relevantes como el fortalecimiento de la musculatura profunda periescapular y una adecuada elongación de la cápsula posterior para, de esa forma, mejorar la dinámica gleno humeral en relación al balance adecuado de fuerzas agonistas y antagonistas en hombros con cápsulas libres de rigidez localizada-, haya fallado y el paciente se encuentre persistentemente sintomático o limitado en sus actividades del día a día.

Todo esto fue ampliamente descrito y estudiado en la literatura actual,¹⁻⁴ pero es importante detenernos un momento y observar que el promedio de edades de los pacientes de la mayoría de los estudios son de 60 años en adelante, estudios realizados hace 10 o más años atrás.

En la actualidad, se ve la tendencia a un diagnóstico más temprano de roturas del MR, siendo eso relevante ya que la tolerancia al dolor en un paciente más activo es mucho menor y en general, la historia natural de la enfermedad podría ser distinta en los MR estructuralmente indemnes y posterior a una reparación quirúrgica temprana. Eso quiere decir que probablemente, ante una intervención temprana, podríamos evitar la evolución hacia una rotura masiva o artropatía por insuficiencia del MR, permitiendo que el

paciente tenga una mejor calidad de vida tanto en su período productivo y en su etapa de adulto mayor, al disminuir el riesgo de una evolución a lesiones complejas o al esperar que ellas no progresen hacia lesiones de difícil tratamiento donde los resultados clínicos post operatorios serán menos óptimos al compararlas con lesiones de baja complejidad tratadas quirúrgicamente de manera temprana.

Objetivo

El objetivo de esta revisión es analizar la historia natural de las roturas degenerativas del MR, identificando factores puntuales en el progreso de las mismas, que pueden ser relevantes en el tiempo en pacientes tratados de manera conservadora.

Métodos

En este trabajo no se realiza una revisión sistemática, revisión de la literatura o metaanálisis.

El autor seleccionó publicaciones que en su opinión son relevantes para comprender la historia natural de la enfermedad, recopilando autores selectos en nuestra subespecialidad, siguiendo parámetros definidos por evidencia científica tipo VI.

Consideración #1: progresión de la rotura

Kim y col.,⁵ realizaron un análisis de una serie consecutiva de casos, con el propósito de estudiar el curso natural de roturas parciales y completas del MR sintomáticas tratadas de manera conservadora, intentando objetivar factores de riesgo para el crecimiento de la rotura en el seguimiento a largo plazo.

Para eso, analizaron 122 pacientes con roturas parciales del MR tratados de manera conservadora. Todas las roturas se diagnosticaron con el uso de resonancia magnética (RM),

ocupando el mismo estudio durante el seguimiento con intervalos de 6 meses entre cada RM, evaluando correlación entre crecimiento de la rotura y tiempo de seguimiento, con un promedio de mínimo 2 años.

De los 122 casos estudiados en el seguimiento, casi el 28% presentaban una rotura completa y el 72% una rotura parcial.

Agrupando ambas series, el tamaño de la rotura se incrementó en un 42%, no se vieron cambios en un 53% y disminuyó en un 5%.

La rotura creció en un 82% de las roturas completas en un tiempo entre 6 a 12 meses y en el 26% de las roturas parciales en un tiempo de 1 a 2 años ($p = 0,002$). Un análisis de regresión logístico demostró que el factor de riesgo más confiable para esperar crecimiento de la rotura era presentar una rotura completa del MR ($p < 0,001$).

La relevancia clínica de esos resultados fue el que las roturas completas del MR tratadas de manera conservadora deben monitorizarse con mayor cuidado y frecuencia que una rotura parcial.

Consideración #1.a: El 42% de las roturas (parciales y completas) crecerá en el tiempo.

Consideración #1.b: El 82% de las roturas completas crecerá en 6 a 12 meses después del diagnóstico inicial.

Consideración #1.c: El 26% de las roturas parciales crecerá en 1 a 2 años.

Consideración #1.d: La monitorización imagenológica de las roturas completas podría realizarse cada 6 a 12 meses con el objeto de evaluar el crecimiento.

Consideración #1.e: La monitorización imagenológica de las roturas parciales podría realizarse cada 12 a 18 meses con el objeto de evaluar el crecimiento.

Consideración #2: compromiso del cable del MR

Hsu y col.,⁶ en una revisión sistemática, concuerda con lo previamente descrito, notando que otro factor asociado al crecimiento de la rotura además de que esa sea completa, es el compromiso del segmento más anterior de la inserción del tendón Supraespinoso en el troquíter. Eso siendo relevante, en el compromiso o no del segmento anterior del cable del MR descrito por Burkhart.⁷

Consideración #2: Las roturas que comprometan la inserción del cable del MR podrían progresar más rápidamente que las que no presenten esta morfología.

Consideración #3: tamaño de la rotura en relación a la atrofia muscular

En una serie consecutiva de 50 pacientes con roturas completas asintomáticas del MR, Moosmayer S y col.,⁸ Realizaron un seguimiento clínico, ecográfico y con RM durante 3 años.

Evaluaron el tamaño de la rotura, la atrofia muscular, la degeneración grasa y el estado de la cabeza larga del bíceps entre roturas que se tornaron sintomáticas vs. las asintomáticas.

Observaron que el 36% de las roturas se tornaron sintomáticas durante el seguimiento. Aquellas sintomáticas crecieron un promedio de 11 mm ($p = 0,02$) al comparar con las roturas asintomáticas que también crecieron un promedio de 3,3 mm.

El progreso hacia una atrofia muscular fue mayor en el grupo sintomático ($p = 0,08$), correspondiendo a 36% de los casos. El grado de degeneración grasa fue mayor en el mismo grupo correlacionándose directamente con el grado de atrofia muscular, siendo la degeneración grasa menor en el grupo asintomático (12 vs. 4%).

El compromiso de la porción larga del bíceps fue mayor para el grupo sintomático ($p = 0,02$) al compararlo con el grupo asintomático. (33 vs. 6%). Eso podría estar dado por el contexto de compromiso del segmento anterior del Supraespinoso y su relación con la polea bicipital descrita por Habermeyer y col.⁹

Concluyen que durante un seguimiento a corto plazo, un porcentaje sustancial de roturas completas asintomáticas del MR se tornaron sintomáticas avanzando hacia un deterioro anatómico. Un incremento del tamaño de la rotura se correlaciona directamente con la aparición de síntomas.

Consideración #3.a: Las roturas completas del MR sintomáticas progresaran más rápidamente hacia una atrofia muscular, siendo eso menos rápido para una rotura completa asintomática.

Consideración #3.b: Más de la mitad de las roturas completas del MR asintomáticas se tornarán sintomáticas en menos de 1 año, momento en el que presentarán mayor compromiso anatómico con mayor tamaño de rotura.

Consideración #4: balance de coplas musculares y fuerza

En otra revisión sistemática realizada por Verborgt y col.,¹⁰ donde incluyeron 11 estudios que cumplían la metodología exigida por los autores, observaron que no existía evidencia tipo I categórica en indicar cirugía en roturas completas, describiendo que el tamaño de la rotura y síntomas iniciales no se correlacionaban con dolor, función y resultado final. Esos estudios analizan grupos de edad avanzados, y carecen de descripciones morfológicas del tipo de roturas, no quedando claro qué grupo de roturas completas pueden presentar ese tipo de resultados. Burkhart sugiere que podría tratarse del grupo de pacientes que a pesar de tener una rotura del Supraespinoso importante, mantienen las coplas anteriores y posteriores de manera balanceada.⁷

Esos autores concluyen que el tiempo adecuado para finalizar un tratamiento conservador bien instituido es desconocido al momento, pero frecuentemente indicado cuando existe una pérdida de función mayor a la previa asociada a debilidad incrementada, no recuperables con terapia física.

Consideración #4.a: Durante el tratamiento conservador, independiente del tiempo que se mantiene, si se documenta pérdida de fuerza, la indicación quirúrgica debe considerarse.

Consideración #4.b: Pacientes sin roturas en los tendones del subescapular e infraespinoso, con una función de coplas adecuada, pueden ser buenos candidatos para el tratamiento conservador.

Consideración #5: roturas mayores a 1 cm

Tashjian R,¹¹ describe en una revisión sistemática también, que roturas completas sintomáticas mayores a 1 cm presentan un alto grado de avance en relación al tamaño

en un seguimiento a mediano plazo, por lo que sugiere que una cirugía temprana debería ser propuesta sobre todo a pacientes jóvenes, si la rotura es reparable y si se observa una degeneración muscular leve, con objeto de evitar el progreso hacia una rotura de MR con criterios de irreparabilidad.

Roturas completas más pequeñas (< 1 cm) presentan una evolución y progreso más lento, similar al de las roturas parciales, pudiendo considerarse para un manejo conservador inicialmente.

En ambos tipos de roturas (completas pequeñas y parciales), el incremento del dolor debe alertar al cirujano de solicitar un seguimiento imagenológico inmediato, ya que eso puede significar un progreso de la rotura y un mayor problema a futuro.

Consideración #5: Las roturas mayores a 1 cm de tamaño avanzarán más rápidamente que las menores de 1 cm, siendo una indicación quirúrgica en pacientes jóvenes y activos con objeto de evitar el avance hacia una atrofia muscular en el futuro.

Consideración #6: roturas menores a 1 cm en pacientes jóvenes

En general, la mayoría de los estudios de roturas del MR son realizados en poblaciones mayores de 65 o 70 años.

Pocos estudios se han desarrollado en pacientes más jóvenes y activos. Safran y col.,¹² Siguieron de manera prospectiva una serie consecutiva de casos con el objetivo de evaluar si existía un cambio en el tamaño de las roturas en pacientes menores de 60 años con diagnóstico ecográfico de roturas completas del MR iguales o menores a 5 mm en un período de 2 a 3 años de seguimiento con tratamiento conservador como elección.

Realizaron ecografías bilaterales en el evento índice y controlaron las roturas completas menores o iguales a 5 mm a los 2 o 3 años, de manera bilateral y hechas por el mismo ecografista.

Al finalizar el seguimiento observaron que un 49% de las roturas aumentaron de tamaño, un 43% se mantuvieron igual y un 8% disminuyeron de tamaño.

Observaron también, que un 25% de los hombros sin roturas presentaron roturas completas al seguimiento. No advirtieron correlación entre el tamaño de la rotura y edad, sexo o tamaño de la rotura en la ecografía inicial. Si documentaron correlación entre la existencia de mayor dolor al seguimiento con incremento del tamaño de la rotura ($p = 0,002$).

Los autores concluyen que las roturas completas del MR presentan una clara tendencia a incrementar en tamaño en la mitad de los pacientes menores a 60 años. Recomiendan que la cirugía debería considerarse de manera inicial en ese grupo de pacientes con el objetivo de prevenir un aumento en el tamaño de la rotura. Recomiendan asimismo, que los pacientes tratados de manera conservadora deberían ser monitorizados rutinariamente observando si el tamaño de la rotura aumenta, particularmente en pacientes asintomáticos.

Consideración #6: La mitad de los casos de roturas completas menores a 1 cm en pacientes menores de 60 años, crecerán en 2 a 3 años, por lo que sería adecuado

una reparación temprana con el objeto de evitar roturas más grandes, particularmente si en el seguimiento el paciente presenta dolor.

Consideración #7: ¿iguales resultados no operando?

Al comparar los resultados del tratamiento conservador vs. el tratamiento quirúrgico de roturas completas del MR, varios estudios han descrito distintos resultados.

Un estudio con evidencia tipo I fue publicado por Lambers y col.,¹³ realizando un estudio controlado, randomizado y prospectivo de 56 pacientes, donde el objetivo principal fue comparar resultados funcionales y radiológicos después del tratamiento quirúrgico o conservador en roturas completas degenerativas del MR. Al seguimiento del año, el puntaje Constant fue superior a favor del grupo operado (82 vs. 72 puntos, $p = 0,08$). En el subgrupo de operados, los puntajes fueron mayores para los que presentaban reparaciones intactas en la evaluación con RM.

En cuanto a las evaluaciones de la escala visual análoga, observando dolor e incapacidad, los resultados fueron nuevamente favorables para el grupo operado ($p = 0,04$ y $p = 0,02$ respectivamente).

Esos autores concluyen que pacientes que presenten roturas degenerativas del MR, en una serie similar y randomizada de manera adecuada entre tratamiento conservador o quirúrgico, entre los puntajes finales de Constant, no observaron grandes diferencias entre grupos en el seguimiento al año; sin embargo, documentaron diferencias significativas en cuanto al dolor e incapacidad (mejores resultados) a favor del grupo tratado de manera quirúrgica.

Consideración #7.a: Existe evidencia tipo I que muestra una tendencia a mejores puntajes Constant (sin que eso sea clínicamente significativo), en los pacientes operados al seguimiento a corto plazo.

Consideración #7.b: Existe evidencia tipo I que muestra menos dolor e incapacidad en los pacientes operados al seguimiento a corto plazo.

Consideración #8: evolución hacia una rotura irreparable

Gerber y col.,¹⁴ Analizaron los resultados clínicos y estructurales en seguimiento a mediano plazo de una serie consecutiva de casos con promedio de edad de 64 años, con diagnóstico de roturas masivas del MR tratadas de manera conservadora. Se indicó el tratamiento conservador cuando el paciente refería una baja demanda funcional y escasa sintomatología y/o rechazaba el tratamiento quirúrgico.

Al final del seguimiento, (48 meses), el puntaje Constant promedio fue de 83%. El puntaje de dolor promedio 11,5 puntos en la escala VAS (15 puntaje equivalente a "sin dolor"). El ROM no varió significativamente.

Observaron que tanto la artropatía por insuficiencia de MR progresó ($p = 0,014$), la distancia acromio humeral disminuyó ($p = 0,005$), el tamaño de la rotura incrementó ($p = 0,003$) y la infiltración grasa incrementó aproximadamente un estadio en todos los músculos con tendones rotos ($p = 0,001$).

Observaron también, que el 50% de los pacientes categorizados como roturas reparables, al momento del seguimiento final, se transformaron en roturas irreparables.

Esos autores concluyen que pacientes con una rotura de MR completa tratada de manera conservadora pueden mantener una función de hombro satisfactoria por lo menos 4 años sin un progreso evidente de la rotura. Observaron también que existe un riesgo de que una rotura reparable progrese a una irreparable en un período de 4 años.

Consideración #8.a: La mayoría de los pacientes con roturas completas pueden mantener una función adecuada por un período de 4 años.

Consideración #8.b: En 4 años, más de la mitad de los casos de roturas completas reparables al momento del diagnóstico, se transformarán en roturas irreparables y probablemente fuera del alcance artroscópico.

Consideración #9: infiltración grasa

Otro punto relevante a considerar es la aparición de infiltración grasa en la musculatura efectora del MR. Varios estudios documentaron que esta progresa durante el tratamiento conservador.

En un estudio retrospectivo de 1688 pacientes realizado por Walch y col.,¹⁵ identificaron los factores relacionados a la aparición de infiltración grasa del Supraespinoso, determinando la velocidad de aparición y progreso de ese fenómeno, correlacionando infiltración grasa con atrofia muscular.

En sus resultados, observaron que una infiltración grasa moderada aparecía en promedio 3 años después del inicio de los síntomas y que una infiltración grasa severa aparecía 5 años después del inicio de los síntomas. Observaron también, que un signo del tangente positivo (signo indirecto de atrofia muscular avanzada) aparecía promedio 4,5 años después del inicio de los síntomas. Dentro sus conclusiones, sugieren que el tratamiento quirúrgico debería indicarse antes de la aparición de infiltración grasa (etapa 2) y atrofia muscular (signo del tangente positivo), particularmente si la rotura compromete varios tendones.

Consideración #9.a: Tiempo de aparición de infiltración grasa moderada se aproxima a 3 años.

Consideración #9.b: Tiempo de aparición de infiltración grasa severa 5 años.

Consideración #9.c: Tiempo de aparición de signo de tangente positivo (atrofia) 4,5 años.

Consideración #9.d: Debería indicarse tratamiento quirúrgico antes de infiltración grasa moderada o signo de la tangente positivo.

Consideración #10: artropatía por insuficiencia de manguito rotador

Yamaguchi y col.,¹⁶ analizaron el progreso de la artropatía por insuficiencia del MR en una cohorte de 105 pacientes con roturas asintomáticas.

En el seguimiento evaluaron los casos ocupando la clasificación de Hamada y la medición del intervalo acromio humeral. Esas mediciones progresaron en 8 años de seguimiento en todos los casos ($p < 0,001$).

Concluyeron que, en definitiva, si bien el progreso de esa artropatía era mínimo en un seguimiento a 8 años, se observaba en todos los casos, y que esa no se relacionaba con la severidad o tamaño de la rotura.

Consideración 10.a: Todas las roturas, parciales o totales, progresan hacia una artropatía en menor o mayor grado.

Consideración 10.b: En general, se logra documentar radiológicamente en promedio de 8 años de evolución de la enfermedad.

Discusión

Muchos estudios concluyen que en un seguimiento a largo plazo, muchas veces, no existen diferencias funcionales entre pacientes tratados de manera conservadora vs. quirúrgica por roturas degenerativas del MR.

Acá vale la pena detenernos un momento, y tratar de comprender que los últimos seguimientos de esos pacientes, en muchos casos, se hicieron cuando ya tenían edades avanzadas y actividades del día a día reducidas, por lo tanto, ese período de evaluación podría generar un sesgo al intentar entender los resultados descritos al tratar de correlacionarlo de manera absoluta a una lesión y no a un grupo determinado de pacientes con características distintas que sufran esa lesión.

Una pregunta relevante es, si un paciente de menor edad, con una lesión similar, presentaría los mismos resultados funcionales y que tan severa sería su restricción en las actividades del día a día.

El comprender con claridad el avance y progreso de la historia natural de esa patología, podrá ayudar a definir los riesgos y beneficios del tratamiento conservador en el tiempo y disminuir casos donde los resultados funcionales son bajos incluso después del tratamiento quirúrgico.

Durante el manejo de esa patología, se debe informar al paciente sobre los riesgos y beneficios del tratamiento conservador en roturas degenerativas del MR, ocupando toda la información relevante descrita en la literatura para ese propósito. Este trabajo no tiene como objetivo definir que el tratamiento quirúrgico es la única alternativa para el tratamiento de esa patología, sino más bien, poner sobre la mesa conceptos importantes que pueden ser relevantes al evaluar pacientes con roturas sintomáticas del MR, particularmente si se trata de pacientes jóvenes.

Asimismo, es muy importante comprender que las expectativas actuales de los pacientes con roturas del MR han cambiado drásticamente en los últimos años, donde observamos gente de edad avanzada que todavía practican algún tipo de deporte o tienen exigencias y responsabilidades del día a día que eran inusuales tiempo atrás.

El tamaño de la rotura, la presencia de cambios irreparables en roturas de MR o la articulación gleno humeral y edad del paciente deben considerarse el momento de tomar la decisión final de indicar el tratamiento conservador.

El tratamiento conservador puede ser indicado de manera segura en pacientes mayores de 70 años (por lo menos inicialmente), en pacientes con roturas crónicas y en roturas irreparables con cambios irreversibles (atrofia e infiltración grasa avanzada).

En pacientes de cualquier edad con roturas completas menores a 1 cm o en roturas parciales, el tratamiento conservador puede ser indicado inicialmente de manera segura.

El tratamiento quirúrgico temprano puede ser considerado en roturas sintomáticas mayores a 1 cm en pacientes de alta demanda, roturas agudas traumáticas o en pacientes jóvenes que presenten un riesgo significativo de progresar a una rotura irreparable del MR.¹¹

Es recomendable que los pacientes a los que indiquemos el tratamiento conservador para roturas totales, sean seguidos imagenológicamente 1 vez al año, con el objeto de documentar cambios en el tipo y tamaño de rotura y prevenir problemas mayores a largo plazo, y sobre todo, que estén informados de manera clara de lo que se busca con el tratamiento conservador, los posibles resultados a obtener y las complicaciones que se podrían presentar.

Conclusión

La literatura ha descrito muchos puntos relevantes en relación a la historia natural de una rotura del MR asociada a un tratamiento conservador. En general, se observa un aumento del tamaño de la rotura, aparición de cambios irreversibles en la musculatura del MR como la infiltración grasa o atrofia y en un grupo menor de pacientes, esa patología progresa hacia una artropatía por insuficiencia del MR.

Al momento de indicar un tratamiento conservador, nuestros pacientes deben estar informados cabalmente de los riesgos y beneficios del mismo.

Bibliografía

- Meislin RJ, Sperling JW, Stitik TP. Persistent shoulder pain: epidemiology, pathophysiology, and diagnosis. *Am J Orthop* 2005;34(12, Suppl):5-9
- Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(02):296-298
- Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8(04):296-299
- Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19(01):116-120
- Kim YS, Kim SE, Bae SH, Lee HJ, Jee WH, Park CK. Tear progression of symptomatic full-thickness and partial-thickness rotator cuff tears as measured by repeated MRI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(07):2073-2080 Doi:10.1007/s00167-016-4388-3
- Hsu J, Keener JD. Natural History of Rotator Cuff Disease and Implications on Management. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21(10):613-623 Doi:10.5435/JAAOS-21-10-613
- Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's "suspension bridge". *Arthroscopy* 1993;9(06):611-616
- Moosmayer S, Tariq R, Stiris M, Smith HJ. The natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a three-year follow-up of fifty cases. *Oper Tech Orthop* 2015;25(01):2-9
- Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S. Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: a prospective arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13(01):5-12
- Abdul-Wahab TA, Betancourt JP, Hassan F, et al. Initial treatment of complete rotator cuff tear and transition to surgical treatment: systematic review of the evidence. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016;6(01):35-47 Doi: 10.11138/mltj/2016.6.1.035
- Tashjian RZ. Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clin Sports Med* 2012;31(04):589-604 Doi: 10.1016/j.csm.2012.07.001
- Safran O, Schroeder J, Bloom R, Weil Y, Milgrom C. Natural history of nonoperatively treated symptomatic rotator cuff tears in patients 60 years old or younger. *Am J Sports Med* 2011;39(04):710-714 Doi: 10.1177/0363546510393944
- Lambers Heerspink FO, van Raay JJ, Koorevaar RC, et al. Comparing surgical repair with conservative treatment for degenerative rotator cuff tears: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(08):1274-1281
- Zingg PO, Jost B, Sukthankar A, Buhler M, Pfirrmann CW, Gerber C. Clinical and structural outcomes of nonoperative management of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(09):1928-1934
- Melis B, DeFranco MJ, Chuinard C, Walch G. Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(06):1498-1505 Doi:10.1007/s11999-009-1207-x
- Chalmers PN, Salazar DH, Steger-May K, et al. Radiographic progression of arthritic changes in shoulders with degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25(11):1749-1755 Doi:10.1016/j.jse.2016.07.022