

Artículo original

doi: 10.35366/113612

# Ángulo crítico del hombro como predictor de severidad en las lesiones del manguito rotador

*Critical shoulder angle as a predictor of severity in rotator cuff injuries*

Carrasco-García V,\* Sotelo-Barroso F,† Vargas-Vargas SF,§ Vera-Delgado M¶

Hospital de Especialidades No. 1, Centro Médico Nacional del Bajío. León, Guanajuato, México.

**RESUMEN. Introducción:** es bien conocida la conexión existente entre un ángulo crítico del hombro (ACH) mayor a 35° y las lesiones del manguito rotador (LMR). Sin embargo, se desconoce si existe una asociación entre los valores más elevados de ACH y la presencia de LMR de mayor severidad. **Material y métodos:** estudio de corte transversal, descriptivo, observacional, prospectivo y analítico, en el que a los pacientes con LMR se les evaluó por imagen el ACH y mediante artroscopía el grado de lesión. Se formaron cuatro grupos (sin lesión; lesión parcial; lesión completa; lesión masiva) y se compararon mediante la estadística paramétrica ANOVA. Se estudió la asociación entre LMR y ACH por medio del coeficiente rho de Spearman. **Resultados:** se estudiaron 71 pacientes, 15 sin LMR (ACH de  $34.13 \pm 0.98$ ), 17 con lesión parcial (ACH de  $36.00 \pm 1.15$ ), 22 con lesión completa (ACH de  $40.77 \pm 0.69$ ) y 17 con lesión masiva (ACH de  $41.53 \pm 0.68$ ). No se encontró diferencia significativa entre el ACH de los grupos sin lesión y lesión parcial ( $p = 0.486$ ; 35°), pero sí existió diferencia entre los grupos de lesión completa y lesión masiva ( $p = 0.000$  y  $p = 0.001$ ; 35°). Se encontró una asociación positiva significativa entre ACH y LMR ( $\rho = 0.605$ ,  $p = 0.000$ ). **Conclusiones:** un ACH por arriba de 35° se asocia

**ABSTRACT. Introduction:** the connection between a critical shoulder angle (CSA) greater than 35° and the presence rotator cuff tears (RCT) is well known. However, it remains unidentified if there is an association between a higher CSA value and the presence of more severity RCT. **Material and methods:** cross-sectional, descriptive, observational, prospective and analytical study in which patients with RCT had their CSA evaluated by imaging and the degree of the RCT by arthroscopy. Four groups were formed (without lesion; partial lesion; complete lesion; massive lesion) and were compared using ANOVA parametric statistics. The association between RCT and CSA was studied by rho Spearman coefficient. **Results:** 71 patients were studied, 15 without RCT (CSA of  $34.13 \pm 0.98$ ), 17 with partial lesion (CSA of  $36.00 \pm 1.15$ ), 22 with complete lesion (CSA of  $40.77 \pm 0.69$ ) and 17 with massive lesion (CSA of  $41.53 \pm 0.68$ ). No significant statistical difference was found between the CSA of the groups without lesion and partial lesion ( $p = 0.486$ ; 35°) but there was a difference between the groups with complete and massive lesion ( $p = 0.000$  and  $p = 0.001$ ; 35°). A significant positive association was found between CSA and RCT ( $\rho = 0.605$ ,  $p = 0.000$ ). **Conclusions:** an CSA above 35° is

## Nivel de evidencia: III

\* Residente 4o año de la Especialidad en Ortopedia y Traumatología. Hospital de Especialidades No. 1, Centro Médico Nacional del Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social. León, Guanajuato, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0589-9011>

† Profesor Asociado B, Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo, División Ciencias de la Salud, Universidad de Guanajuato, Campus León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1361-7424>

§ Médico adscrito al Servicio de Artroscopía. Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad Médica de Atención Ambulatoria No. 55. León, Guanajuato, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9012-0035>

¶ Profesora del Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo, División de Ciencias de la Salud, Universidad de Guanajuato, Campus León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8138-1658>

## Correspondencia:

Dr. Vicente Carrasco-García

Hospital de Especialidades No. 1, Centro Médico Nacional del Bajío. Boulevard Adolfo López Mateos S/N, Los Paraíso, CP 37320, León, Guanajuato, México.

E-mail: [carrasco.vic@hotmail.com](mailto:carrasco.vic@hotmail.com)

Recibido: 18-07-2023. Aceptado: 17-09-2023.

Citar como: Carrasco-García V, Sotelo-Barroso F, Vargas-Vargas SF, Vera-Delgado M. Ángulo crítico del hombro como predictor de severidad en las lesiones del manguito rotador. Acta Ortop Mex. 2023; 37(4): 197-202. <https://dx.doi.org/10.35366/113612>



con LMR de tipo completas y masivas y funciona como factor predictivo de severidad para estas lesiones.

**Palabras clave:** ángulo crítico del hombro, lesiones del manguito rotador, diagnóstico por imagen, hombro, artroscopía.

associated to complete and massive RCT and it works as a predictor of severity for these lesions.

**Keywords:** critical shoulder angle, rotator cuff injuries, diagnostic imaging, shoulder, arthroscopy.

## Introducción

La lesión del manguito rotador (LMR) se encuentra dentro de las enfermedades musculoesqueléticas más prevalentes a nivel mundial.<sup>1</sup> Se estima que en la población general presenta una incidencia entre 20 y 36%,<sup>2,3</sup> llegando hasta 50% en las personas mayores de 66 años.<sup>4</sup> La rotura de cualquiera de los músculos que conforman el manguito rotador es una de las causas más frecuentes de dolor y discapacidad del miembro superior.<sup>5</sup> Esta patología es la vía final de múltiples factores etiológicos. En ella intervienen factores intrínsecos como el envejecimiento y las alteraciones vasculares, así como factores extrínsecos como los traumatismos, la inestabilidad y las variaciones anatómicas.<sup>6</sup> Se ha descrito que los cambios en la morfología del acromion y de la glenoideas están directamente relacionados en su patogenia.<sup>7</sup>

Múltiples métodos se han utilizado para cuantificar y medir la anatomía escapular. Sin embargo, la morfología acromial exacta que lleva a esta patología permanece incierta.<sup>8</sup> Neer y Bigliani propusieron que la porción anterolateral del acromion era el origen de la degeneración. Posteriormente, Watson asoció la extensión lateral del acromion con las LMR.<sup>9</sup>

Moor, en 2013, desarrolló el concepto de ángulo crítico del hombro (ACH), un ángulo que se forma entre una línea que va del borde inferior al borde superior de la glenoideas (plano de la fosa glenoidea) y una línea que va del borde inferior de la glenoideas al borde lateral del acromion; medido esto en una radiografía anteroposterior verdadera de hombro, también conocida como proyección de Grashey.<sup>10,11</sup>

Diversos estudios han confirmado que un ACH elevado ( $> 35^\circ$ ) tiene asociación directa con la presencia de LMR y que un ACH disminuido ( $< 30^\circ$ ) se correlaciona con el desarrollo de artrosis glenohumeral.<sup>12</sup> Asimismo, se ha establecido al ACH como el predictor anatómico más potente para LMR.<sup>13</sup>

En 2014, Gerber encontró en sus estudios biomecánicos que la abducción del hombro en pacientes con un ACH bajo causa mayores fuerzas de compresión sobre la articulación glenohumeral; mientras que en aquellos con un ACH elevado aumenta las fuerzas cizallantes superiores sobre dicha articulación, causando así una presión sobre el arco coracoacromial secundario a un mayor brazo de palanca del deltoides. Concluyó que un ACH aumentado conduce a un desequilibrio y posterior degeneración muscular por mayor activación del supraespinal que intenta mantener la concéntricidad entre la cabeza humeral y la glenoideas.<sup>14</sup>

El ACH toma en cuenta indirectamente dos parámetros: la lateralidad acromial y la inclinación glenoidea, el aumento en la primera o una disminución en la segunda será considerado un factor de riesgo para el desarrollo de LMR.<sup>15</sup> La inclinación glenoidea o ángulo beta (formado entre una línea que pasa por el borde superior e inferior de la glena y una que pasa por el suelo de la fosa supraespinal) es el grado en que la glenoideas se inclina hacia arriba en relación con la escápula. Un aumento de esta inclinación (disminución del ángulo), causa una traslación superior del húmero. La lateralidad acromial (distancia desde la glena hasta la parte más lateral del acromion) es la extensión lateral del acromion respecto a la glena y su aumento causa un mayor brazo de palanca sobre el deltoides (*Figura 1*).<sup>16</sup>

Es bien conocida la conexión existente entre un ACH por arriba de 35 grados y la LMR. Sin embargo, no queda claro si existe asociación entre valores más elevados de ACH y la presencia de LMR de mayor severidad.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue corroborar la asociación existente entre el ACH y las LMR y estudiar si valores más elevados del ACH funcionan como un factor predictivo de severidad en las LMR.

## Material y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad Médica de Atención Ambulatoria No. 55 del Instituto Mexicano del Seguro Social en la ciudad de León, Guanajuato, México. Fue un estudio de corte, transversal, descriptivo, observacional, prospectivo y analítico, en el que participaron pacientes de la consulta del Servicio de Ortopedia y Traumatología con diagnóstico de LMR, en el período comprendido entre el 1 de Octubre de 2021 y el 30 de Septiembre de 2022. A todos los participantes se les explicó sobre los riesgos y beneficios del estudio, se obtuvo su consentimiento en forma verbal y por escrito.

Los criterios de inclusión para la participación en el estudio fueron: pacientes de ambos sexos entre 20 y 80 años, con diagnóstico clínico (prueba de debilidad muscular: Neer, Hawkins, Jobe, Napoleón y Gerber) e imagenológico (ultrasonografía o resonancia magnética) de LMR.

Los criterios de exclusión fueron: pacientes con antecedente de luxación glenohumeral, fractura de húmero proximal, cirugía previa de hombro, capsulitis adhesiva, artrosis glenohumeral o artritis reumatoide.

Los criterios de eliminación fueron: pacientes con formulario inicial incompleto o con una radiografía anteroposterior verdadera de hombro con técnica deficiente.

El estudio se desarrolló en dos fases. En la primera fase se obtuvo, mediante cuestionario directo, la información general del paciente (nombre completo, edad, sexo y hombro afectado). Se les realizaron maniobras de exploración física que consistieron en las pruebas de debilidad muscular: Neer, Hawkins, Jobe, Napoleón y Gerber. Se corroboró el diagnóstico mediante estudios imagenológicos de ultrasonografía o resonancia magnética. Posteriormente, los pacientes fueron llevados al Departamento de Imagenología para la obtención de radiografía digital en proyección anteroposterior verdadera del hombro, utilizando el sistema de imagen Info Salud versión 0.18.18.0. Finalmente, se midió en dicha radiografía el ACH, con la metodología propuesta por Moore.<sup>10</sup>

En la segunda fase, los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente, por un solo cirujano, mediante artroscopía diagnóstico-terapéutica del hombro afectado. Durante dicha intervención se registró el grado de LMR, para así dividir a los pacientes en cuatro grupos: grupo I sin lesión; grupo II lesión parcial; grupo III lesión completa; y grupo IV lesión masiva.

**Ánalisis estadístico:** los datos obtenidos fueron procesados utilizando el software estadístico SPSS versión 21. Se

definió la distribución de los datos con la prueba Shapiro-Wilk. Las variables cualitativas se presentan en forma de frecuencias y porcentajes y las cuantitativas en forma de media y desviación estándar. Para realizar las comparaciones entre grupos se utilizó estadística paramétrica ANOVA de una vía con prueba *post hoc* Tukey. Se consideró un nivel de significancia de 0.050. En la asociación entre las variables LMR y ACH (variables independiente y dependiente, respectivamente), se utilizó el coeficiente rho de Spearman.

**Consideraciones éticas:** el protocolo de investigación fue sometido a revisión por el Comité Local de Investigación en Salud y el Comité de Ética Local, obteniendo la autorización con folio R-2022-1001-133. Según la Ley General de Salud en Materia de Investigación y en acuerdo con lo publicado en la declaración de Helsinki de 1975, se realizó un estudio con un riesgo mínimo, ya que fue de carácter observacional en el que los pacientes no se sometieron a intervenciones que modificaran intencionalmente sus variables fisiológicas, psicológicas o sociales.

## Resultados

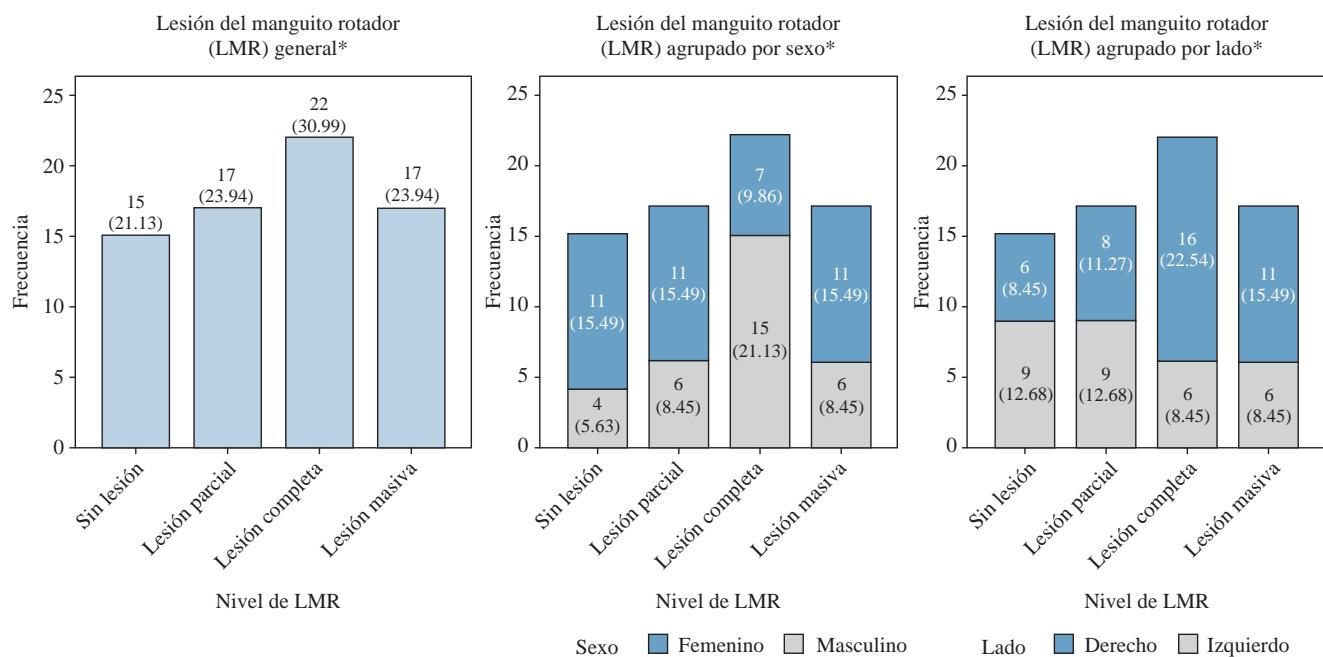
Durante el período de estudio fueron reclutados 87 pacientes con diagnóstico de LMR; de éstos se excluyeron a



**Figura 1:** Radiografía anteroposterior verdadera de hombro (proyección de Grashey) en la que se mide: **A)** ángulo crítico del hombro, **B)** lateralidad acromial, **C)** inclinación glenoidea (ángulo beta).

**Tabla 1: Datos demográficos divididos por grupos de acuerdo con la lesión de manguito rotador.**

Características demográficas	Grupo				Total N = 71
	Sin lesión n = 15	Lesión parcial n = 17	Lesión completa n = 22	Lesión masiva n = 17	
Edad [años], media ± DE	43.86 ± 12.69	49.70 ± 8.03	53.95 ± 8.61	56.58 ± 10.93	51.43 ± 11.05
Sexo, n (%)					
Masculino	4 (26.66)	6 (35.39)	15 (68.18)	6 (35.29)	31 (43.66)
Femenino	11 (73.33)	11 (64.71)	7 (31.81)	11 (64.71)	40 (56.33)
Lado, n (%)					
Derecho	6 (40.00)	8 (47.05)	16 (72.72)	11 (63.71)	41 (57.75)
Izquierdo	9 (60.00)	9 (52.94)	6 (27.27)	6 (35.29)	30 (42.25)

**Figura 2:** Grado de lesión del manguito rotador en la población total, dividido por sexo y lado afectado.

\* Datos expresados por frecuencia y porcentaje [n (%)].

**Tabla 2: Promedio y desviación estándar del ángulo crítico del hombro en función del grado de lesión del manguito rotador.**

Lesión del manguito rotador	n	Media ± DE
Sin lesión	15	34.13 ± 0.98
Lesión parcial	17	36.00 ± 1.15
Lesión completa	22	40.77 ± 0.69
Lesión masiva	17	41.53 ± 0.68
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>38.41 ± 0.56</b>

16 por presentar antecedentes de luxación glenohumeral (4), cirugía previa de hombro (2), capsulitis adhesiva (1) o radiografía anteroposterior verdadera de hombro con evidente mal rotación (9). Un total de 71 pacientes fueron incluidos. Las características demográficas de los pacientes divididos según los grupos de lesión de manguito rotador se muestran en la *Tabla 1*.

El grado de LMR encontrado durante la artroscopía de hombro y su división según sexo y lado afectado se presenta en la *Figura 2*. De los pacientes, 23.13% se encontraron sin LMR, 23.94% lesión parcial, 30.99% lesión completa y 23.94% lesión masiva.

Para cada uno de los grados de LMR se calculó promedio y desviación estándar del ACH, dichos valores se presentan en la *Tabla 2*. Los pacientes sin LMR mostraron un ACH de  $34.13 \pm 0.98$ , aquellos con lesión parcial de  $36.00 \pm 1.15$ , con lesión completa de  $40.77 \pm 0.69$  y con lesión masiva de  $41.53 \pm 0.68$ .

Se compararon los datos correspondientes al ACH de los pacientes evaluados, los cuales fueron categorizados en función del grado de LMR. La normalidad de los datos se

evaluó con la prueba Shapiro-Wilk ( $p = 0.228$ ), aunado a analizar la igualdad de varianzas con prueba de Levene ( $p = 0.079$ ). Se utilizó la prueba paramétrica ANOVA de una vía para comparar el ACH entre las cuatro categorías de LMR, encontrándose un valor de  $p < 0.001$ , con un coeficiente de confiabilidad de alfa de Cronbach de 0.050. El análisis *post hoc* se realizó con la prueba de Tukey, cuyos resultados se muestran en la *Figura 3*.

Las comparaciones entre grupos teniendo como variable dependiente al ACH con prueba *post hoc* Tukey (valor de significancia de 0.050) arrojó los resultados de la *Tabla 3*.

Se puede observar que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el ACH de los grupos sin lesión y lesión parcial ( $p = 0.486$ ;  $< 35^\circ$ ); sin embargo, sí hubo diferencia en los grupos de lesión completa y lesión masiva ( $p = 0.000$  y  $p = 0.001$ ;  $> 35^\circ$ ).

Para estudiar si el ACH puede ser un predictor para el grado de LMR se utilizó el coeficiente rho de Spearman, observándose una asociación positiva significativa entre ACH y LMR ( $\rho = 0.605$ ,  $p = 0.000$ ), con valor de significancia de 0.010.

## Discusión

Los resultados del presente estudio muestran una asociación estadísticamente significativa entre los valores de ACH mayores a  $35^\circ$  y la LMR de mayor severidad, es decir, completas y masivas ( $p = 0.000$  y  $p = 0.001$ ). Asimismo, se corroboró el factor predictor del ACH para el grado de LMR, ya que se encontró una asociación positiva entre ellos ( $\rho = 0.605$ ,  $p = 0.000$ ).

La asociación entre un ACH mayor a  $35^\circ$  y la LMR observada en el presente estudio es similar a la reportada por Sheean y colaboradores,<sup>12</sup> quienes estudiaron que un ACH de  $35^\circ$  o mayor es un factor de riesgo para la LMR. En contraste, Torres y asociados<sup>17</sup> observaron que los valores del ACH en pacientes con LMR se encontraron justo por arriba de los  $35^\circ$  ( $35.01^\circ$ ). Sin embargo, creemos que esto se debe a que ellos realizaron su medición en resonancia magnética en lugar de rayos X convencionales, lo cual resultó en una medición del ACH de menor amplitud.

Hovsepian y colegas<sup>6</sup> reportaron en su estudio que los pacientes sin LMR presentaban valores de ACH entre los  $27^\circ$  y  $40^\circ$  con un promedio de  $34^\circ$ , lo cual concuerda con nuestros resultados, ya que encontramos en estos pacientes un promedio de ACH de  $34.13$ . Sin embargo, también reportaron que los pacientes con LMR tenían un ACH desde

los  $28^\circ$  hasta los  $42^\circ$  con un promedio de  $37^\circ$ , lo cual resulta menor a los  $39.43^\circ$  que encontramos en el presente estudio. Probablemente esto se debe a que, en nuestra investigación, el grado de LMR se evaluó mediante la observación directa artroscópica, mientras que en el estudio de Hovsepian y colaboradores se evaluó mediante ultrasonografía; lo cual, según Al-Shawi y su grupo,<sup>18</sup> puede dar lugar a un sobre-diagnóstico de las LMR.

Resultados encontrados por Lin y su equipo,<sup>19</sup> demostraron la sensibilidad y especificidad del ACH para detectar pacientes con LMR, observando que el grupo con LMR tuvo mayor ACH en comparación con el grupo sin lesión ( $38.9 \pm 3.8$  vs  $35.9 \pm 4.0$ ,  $p < 0.001$ ). Nuevamente encontramos un estudio con valores de ACH ligeramente menores a los de la presente investigación, una posible explicación para esto es que la población estudiada tiene diferentes condiciones raciales y anatómicas.

En la literatura médica, se ha descrito que un aumento en los valores de ACH tiene una correlación más directa con LMR de tipo completas y masivas,<sup>8</sup> situación constatada en el presente estudio, ya que al realizar una evaluación de la asociación de un ACH mayor a  $35^\circ$  como indicativo de LMR de tipo completo y masivo, se encontró una asociación significativa ( $p = 0.000$  y  $p = 0.001$ ); asimismo, no encontramos asociación entre ACH  $< 35^\circ$  y las LMR parciales o sin lesión ( $p = 0.486$ ).

Nuestros resultados contrastan con los obtenidos por Chalmers y colaboradores,<sup>20</sup> quienes, al evaluar si el ACH está asociado con el tamaño o con el agrandamiento del desgarro del manguito rotador, encontraron que el ACH fue mayor entre pacientes con LMR que en el grupo control ( $34 \pm 4^\circ$  vs  $32 \pm 4^\circ$ ,  $p = 0.003$ ). El ACH no asoció con la longitud o el grosor de la LMR ( $p = 0.022$ ), concluyendo que el ACH no se asocia con el tamaño de la LMR.

El presente estudio no sólo corrobora la asociación de los valores de ACH y las LMR, sino que muestra que el ACH puede ser un predictor para el grado de LMR con una asociación positiva significativa ( $\rho = 0.605$ ,  $p = 0.000$ ), con valor de significancia de 0.010. Es por ello que proponemos

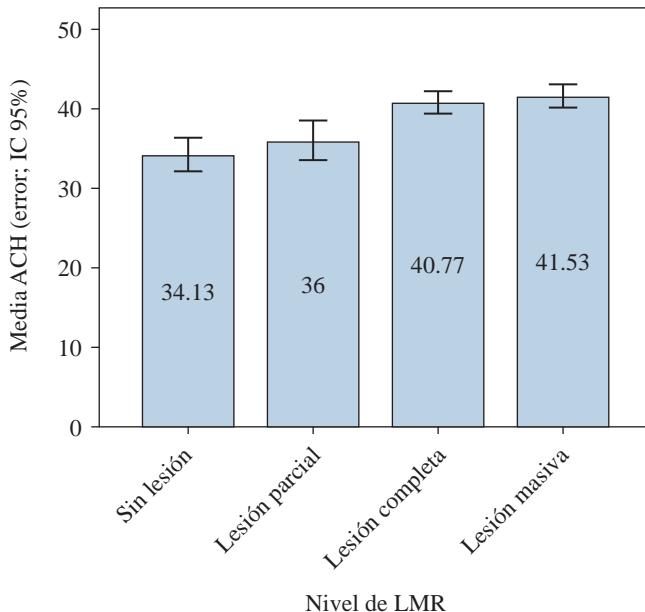


Figura 3: Comparación del promedio del ángulo crítico del hombro agrupados por el grado de lesión del manguito rotador.

Tabla 3: Comparaciones múltiples entre grupos de los promedios en función del ángulo crítico del hombro agrupados por el grado de lesión del manguito rotador.

Lesión del manguito rotador		Diferencias entre medias	Error estándar	Significancia
Sin lesión	Lesión parcial	-1.867	1.307	0.486
	Lesión completa	-6.639*	1.235	<b>0.000*</b>
	Lesión masiva	-7.396*	1.307	<b>0.000*</b>
Lesión parcial	Sin lesión	1.867	1.307	0.486
	Lesión completa	-4.773*	1.191	<b>0.001*</b>
Lesión completa	Lesión masiva	-5.529*	1.265	<b>0.000*</b>
	Sin lesión	6.639*	1.235	<b>0.000*</b>
	Lesión parcial	4.773*	1.191	<b>0.001*</b>
Lesión masiva	Lesión masiva	-0.757	1.191	0.920
	Sin lesión	7.396*	1.307	<b>0.000*</b>
	Lesión parcial	5.529*	1.265	<b>0.000*</b>
	Lesión completa	0.757	1.191	0.920

\*Valores o diferencias estadísticamente significativas.

que el ACH medido en una radiografía anteroposterior verdadera de hombro es una herramienta rápida, accesible y económica mediante la cual el traumatólogo puede orientarse hacia el diagnóstico y grado de LMR.

Una debilidad de la presente investigación es que la población de estudio es pequeña comparada con la de otras series.<sup>19,21</sup> Proponemos la realización de investigaciones con muestras de mayor tamaño para continuar con el estudio de la asociación entre el ACH con las LMR.

## Conclusiones

Un ACH por arriba de 35° se asocia directamente con LMR de tipo completo y masivo. Asimismo, un valor de ACH elevado evaluado mediante metodología de Moore funciona como factor predictivo de severidad de las LMR.

## Referencias

- Águila I, Córdova J, Medina O, Núñez D, Calvache C, Pérez J, et al. Valor diagnóstico de un modelo de predicción clínico-radiográfico para rupturas completas del manguito de los rotadores por pinzamiento subacromial. *Acta Ortop Mex.* 2017; 31(3): 108-12.
- Valdez-Pardo M, Castro-Contreras E. Lesiones del manguito rotador con dolor nocturno y calidad de sueño antes y después del tratamiento. *Acta Ortop Mex.* 2022; 36(1): 33-8.
- Rodrigo Pérez JL, Montaner Alonso D, Mifsut Miedes D. Incidencia de las lesiones crónicas del manguito rotador y alternativas terapéuticas. *Revista Española de Cirugía Osteoarticular.* 2021; 56(34): 56-8.
- Antón-Díaz A, Flores-Carrillo A, Gómez-Mont-Landerreche J, Trueba-Vasavilbaso C, Clara-Altamirano M, Morales-Domínguez H. Evaluación funcional del manejo de rupturas masivas del manguito de los rotadores con el uso del balón subacromial. *Acta Ortop Mex.* 2021; 35(6): 515-20.
- Osma Rueda JL, Carreño Mesa FA. Manguito de los rotadores: epidemiología, factores de riesgo, historia natural de la enfermedad y pronóstico. Revisión de conceptos actuales. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2016; 30(S1): 2-12.
- Hovsepian Merselian JM, Moreno Castillo CD. *Relación entre el ángulo crítico del hombro y rupturas del manguito rotador en pacientes del Hospital Universitario de Caracas.* Caracas: UCV; 2016.
- Billaud A, Cruz-Ferreira E, Pesquer L, Abadie P, Carlier Y, Flurin PH. Does the critical shoulder angle decrease after anterior acromioplasty? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019; 139(8): 1125-32.
- Docter S, Khan M, Ekhtiari S, Veillette C, Paul R, Henry P, et al. The relationship between the critical shoulder angle and the incidence of chronic, full-thickness rotator cuff tears and outcomes after rotator cuff repair: a systematic review. *Arthroscopy.* 2019; 35(11): 3135-43.e4.
- Li X, Olszewski N, Abdul-Rassoul H, Curry EJ, Galvin JW, Eichinger JK. Relationship between the critical shoulder angle and shoulder disease. *JBJS Rev.* 2018; 6(8): e1.
- Kim JH, Min YK, Gwak HC, Kim CW, Lee CR, Lee SJ. Rotator cuff tear incidence association with critical shoulder angle and subacromial osteophytes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019; 28(3): 470-5.
- Girard M, Colombi R, Azoulay V, Laumonerie P, Martel M, Mansat P, et al. Does anterior acromioplasty reduce critical shoulder angle? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020; 106(6): 1101-6.
- Sheean AJ, Sa D, Woolnough T, Cognetti DJ, Kay J, Burkhart SS. Does an increased critical shoulder angle affect re-tear rates and clinical outcomes following primary rotator cuff repair? A systematic review. *Arthroscopy.* 2019; 35(10): 2938-47.e1.
- Palomo Pizarro CI, Oliveira C, Gómez Garrido D, Hernán Prado MA. ¿Existe relación entre el ángulo crítico del hombro y los resultados funcionales tras la reparación del manguito rotador? *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2018; 25(1): 3-8.
- Scheiderer B, Imhoff FB, Johnson JD, Aglio J, Cote MP, Beitzel K, et al. Higher critical shoulder angle and acromion index are associated with increased retear risk after isolated supraspinatus tendon repair at short-term follow up. *Arthroscopy.* 2018; 34(10): 2748-54.
- Li H, Chen Y, Chen J, Hua Y, Chen S. Large critical shoulder angle has higher risk of tendon retear after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2018; 46(8): 1892-900.
- Beeler S, Hasler A, Gotschi T, Meyer DC, Gerber C. Critical shoulder angle: Acromial coverage is more relevant than glenoid inclination. *J Orthop Res.* 2019; 37(1): 205-10.
- Torres-Botello A, Gutierrez-de-la-O J, Meza-Flores J, Valverde-Galindo LA. Correlación de la morfología de la glenoides y la cobertura del acromion con rupturas de manguito rotador. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2021; 35(3): 253-60.
- Al-Shawi A, Badge R, Bunker T. The detection of full thickness rotator cuff tears using ultrasound. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90(7): 889-92.
- Lin CL, Chen YW, Lin LF, Chen CP, Liou TH, Huang SW. Accuracy of the critical shoulder angle for predicting rotator cuff tears in patients with nontraumatic shoulder pain. *Orthop J Sports Med.* 2020; 8(5): 2325967120918995.
- Chalmers PN, Salazar D, Steger-May K, Chamberlain AM, Yamaguchi K, Keener JD. Does the critical shoulder angle correlate with rotator cuff tear progression? *Clin Orthop Relat Res.* 2017; 475(6): 1608-17.
- Seo J, Heo K, Kwon S, Yoo J. Critical shoulder angle and greater tuberosity angle according to the partial thickness rotator cuff tear patterns. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019; 105(8): 1543-8.