Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología
www.elsevier.es/rccot

ORIGINAL

Medición de la pérdida ósea glenoidea y defecto de Hill-Sachs por resonancia magnética: estudio de correlación y concordancia con la medición por tomografía computarizada

Salvador José Gómez Bermúdez[a,*], **Andrés Julián Uribe Jimenez**[b], **Jose Bareño Silva**[c], **Mauricio Estrada Castrillón**[d] y **Juan Carlos Jaramillo Fernández**[e]

[a] *Residente de Ortopedia y Traumatología, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia*
[b] *Ortopedista Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia*
[c] *MD. M.Sc Epidemiologia, Universidad CES, Medellín, Colombia*
[d] *Radiólogo Musculoesquelético, Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia*
[e] *Subespecialista en cirugía de hombro y codo, Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia*

Recibido el 14 de mayo de 2020; aceptado el 8 de abril de 2022
Disponible en Internet el 30 de abril de 2022

PALABRAS CLAVE
Luxación de hombro;
Imagen por resonancia magnética;
Tomografía

Resumen
Introducción: Se pretende definir si la medición de los defectos glenoideos y de Hills-Sachs por resonancia magnética es equivalente a la medición a través de tomografía simple en pacientes con inestabilidad anterior de hombro.
Materiales y métodos: Estudio observacional descriptivo, tipo transversal de una cohorte de estudios de imagenología de pacientes con antecedente de luxación anterior de hombro, los cuales comprenden resonancia magnética y tomografías simples de hombro, realizadas en un hospital de cuarto nivel.
Resultados: La cohorte estuvo conformada por 20 casos; se encontró una alta correlación y estadísticamente significativa para la medición del diámetro y defecto glenoideo, con una $p < 0.05$ entre la resonancia y la tomografía simple. Además, se encontró con significancia estadística la medición del intervalo del Hill-Sachs, pero el índice de correlación no fue alto, 60%. Para la concordancia intraobservador, se calculó un índice Kappa para la resonancia magnética de 0.8 comparado con la tomografía con valor de $p < 0.05$ significativo para los defectos enganchantes y no enganchantes.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: salva273@yahoo.com (S.J. Gómez Bermúdez).

https://doi.org/10.1016/j.rccot.2022.04.007
0120-8845/© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Conclusión: La resonancia magnética simple es un método de imagen confiable con alto índice de correlación para la medición del diámetro y los defectos glenoideos con buena concordancia para establecer si los defectos de Hill-Sachs son enganchantes o no.

Nivel de Evidencia: Nivel III

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS
Shoulder dislocation;
Magnetic resonance imaging;
Tomography

Measurement of glenoid bone loss and Hill–Sachs defect by magnetic resonance imaging: Correlation and concordance study with computed tomography measurement

Abstract

Introduction: The aim is to define whether the measurement of glenoid and Hill–Sachs defects by magnetic resonance imaging is equivalent to the measurement by simple tomography in patients with anterior shoulder instability.

Materials and methods: Descriptive, observational, cross-sectional study of a cohort of imaging studies of patients with a history of anterior shoulder dislocation, comprising magnetic resonance and simple tomography of the shoulder, performed in a fourth level hospital.

Results: The cohort consisted of 20 cases; a high and statistically significant correlation was found for the measurement of the glenoid diameter and defect, with a $p < 0.05$ between the MRI and simple tomography. In addition, the Hill–Sachs interval measurement was found to be statistically significant, but the correlation index was not high, 60%. For intraobserver agreement, a Kappa index was calculated for MRI of 0.8 compared to CT with p-value <0.05 significant for engaging and non-engaging defects.

Conclusion: Simple MRI is a reliable imaging method with high correlation index for the measurement of diameter and glenoid defects with good agreement to establish whether Hill–Sachs defects are engaging or not.

Level of Evidence: Level III

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las luxaciones glenohumerales son eventos bastante frecuentes, con una tasa de incidencia en promedio de 0.08 a 23.1 eventos por 1000 personas/año[1,2]. Esta tasa aumenta significativamente en personas jóvenes con reportes tan altos como de 164.4 eventos por 100.000 personas/año en pacientes de 16 años[3,4]. En la mayoría de los casos se trata de movimientos en abducción forzada y rotación externa que obligan a la cabeza humeral a salir de la glenoides en dirección anteroinferior, aunque recientemente se han sugerido otros mecanismos de lesión[5,6].

Después de un episodio traumático, existe una alta probabilidad de aparición de lesiones óseas tanto en la cabeza humeral como en la cavidad glenoidea. En el húmero se presenta una fractura por compresión posterolateral de la cabeza, conocida como lesión de Hill-Sachs que es causada por el impacto de ésta con la glenoides y se encuentra presente en el 65% a 67% de las luxaciones anteriores después del primer episodio y en el 84% a 93% en episodios recurrentes[7,8]. En la glenoides la pérdida ósea suele ocurrir en el borde anterior después del primer episodio traumático hasta en un 22%[9], manifestándose como una fractura aguda conocida como lesión ósea de Bankart o bien sea por desgaste del borde glenoideo secundario a luxaciones recurrentes[10,11] que se puede presentar hasta en el 75% de los pacientes que se encuentran en este último escenario;[10–13] por lo tanto en el contexto de un paciente con inestabilidad anterior es importante determinar el compromiso óseo de las zonas de contacto entre la glenoides y la cabeza humeral definida previamente como la pista glenoidea que aproximadamente corresponde al 83% del ancho de la cavidad y representa un factor clave para mantener la estabilidad de la articulación[14]; lo que hace necesario el análisis cuantitativo y cualitativo de la pérdida ósea como factor crucial para determinar la patogenia de la inestabilidad y determinar la posibilidad de elegir una estrategia de tratamiento eficaz (Reconstrucción con bloqueo óseo vs Reparación capsulolabral)[15].

En el proceso de implementación de los métodos de tratamiento quirúrgico existen fallas frecuentes alrededor de las reparaciones artroscópicas que suelen ser secundarias a defectos glenoideos no diagnosticados o subvalorados. Actualmente los métodos reconstructivos basados en bloqueo óseo están cada vez siendo más utilizados incluso en pacientes con defectos glenoideos mayores del 10% al 15%, por lo tanto, es importante reconocer y analizar juiciosamente estas lesiones en la evaluación prequirúrgica, lo que

hace necesario que el cirujano utilice ayudas diagnósticas precisas para determinar el grado de compromiso óseo y ligamentario para predecir que procedimiento tendría el mayor éxito a largo plazo y al mismo tiempo sería rentable y seguro para el paciente[16].

La resonancia magnética se usa ampliamente para evaluar las lesiones de tejidos blandos y cartílago después de una luxación de hombro; sin embargo, se ha demostrado que la tomografía computarizada del hombro con reconstrucciones tridimensionales es precisa y es el estándar de oro actual para la evaluación no invasiva de los defectos glenoideos y de Hill-Sachs[17,18]. Aunque la tomografía proporciona un excelente detalle con respecto a las estructuras óseas del hombro, requiere una exposición significativa a radiación y no proporciona información acerca de múltiples lesiones asociadas que si provee la resonancia[19]. Dados los riesgos asociados con la exposición a la radiación y el costo adicional de las tomografías computarizadas, la resonancia se ha propuesto como una alternativa para evaluar las lesiones óseas y medir la versión glenoidea ya que con alta frecuencia los pacientes inicialmente tienen un estudio por resonancia magnética en búsqueda de otro tipo de lesiones asociadas después de una luxación de hombro[20].

El objetivo de este estudio fue comparar la medición del área de la superficie de defecto glenoideo y de Hill-Sachs entre la tomografía computarizada (TAC) y la resonancia magnética simple (RMN). Nuestra hipótesis es que la medición de los defectos glenoideos y de Hills-Sachs por resonancia magnética es equivalente a la medición a través de tomografía simple en pacientes con inestabilidad anterior de hombro.

Materiales y Métodos

Estudio observacional descriptivo tipo transversal de una cohorte de estudios de imagenología de pacientes con antecedente de luxación anterior de hombro, los cuales comprenden resonancia magnética simple de 3 Tesla y tomografía simple de hombro, realizadas en un hospital del cuarto nivel de la ciudad de Medellín.

Se empleó una fuente secundaria correspondiente a los reportes de lectura de las imágenes diagnósticas realizadas por dos radiólogos musculoesqueléticos, teniendo como unidad de análisis estudios imagenológicos de pacientes con luxación anterior de hombro. Se diseñó un formulario como instrumento de recolección, en donde se recopilaron los valores de medición que permitirá responder a los objetivos del estudio. Se determinó en cada estudio el lado de la extremidad evaluada, la fecha de realización de la imagen; además el diámetro de la cavidad glenoidea, amplitud y porcentaje del defecto glenoideo; el intervalo y profundidad del defecto de Hills-Sachs y si clasifica como enganchante o no enganchante.

Para la determinación de la profundidad de la lesión de Hill-Sachs, se utilizó el protocolo publicado por *Ho & cols*[21], tomando como referencia imágenes axiales seleccionando la imagen con mayor profundidad del defecto de Hill-Sachs y realizando la medición en milímetros desde la base de la lesión hasta la superficie articular de la cabeza humeral tanto por TAC como por RMN (Ver fig. 1 A, B); y para la determinación del porcentaje de defecto glenoideo (DG),

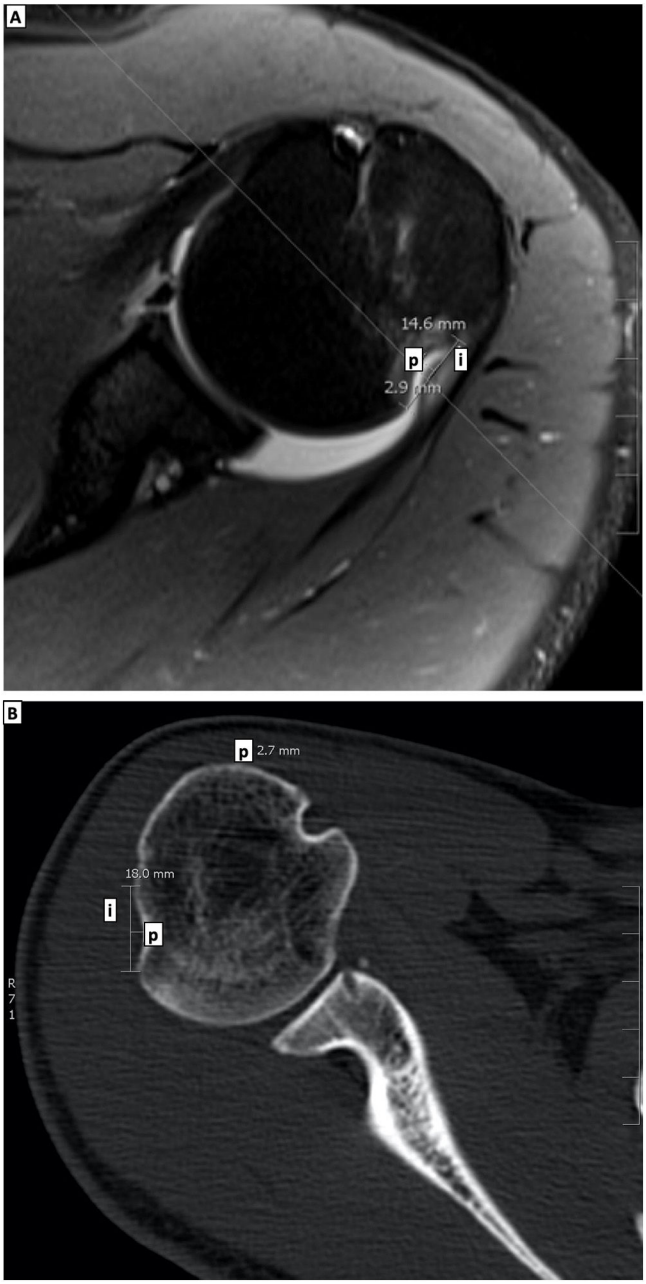

Figura 1 A–1B. Medición de la profundidad (p) y el intervalo (i) del defecto de Hill-Sachs en corte axial de imagen de resonancia magnética secuencia T2-Saturación Grasa (1A), y corte axial en imagen por tomografía simple (1B).

se realizó la medición del diámetro (D) glenoideo inferior en milímetros (mm) y la determinación de la amplitud del defecto óseo glenoideo anterior en mm (d) (Ver fig. 2 A, B) y se aplicó la siguiente formula: DG = (d*100) /D.

Posteriormente se determinó la lesión de Hill-Sachs como enganchante o no enganchante utilizando el protocolo publicado por *Di Giacomo & cols*[14], como se muestra a continuación tanto para los estudios por tomografía como por resonancia magnética:

1. Medición del diámetro (D) glenoideo inferior en milímetros (mm) (Ver fig. 2 A, B).

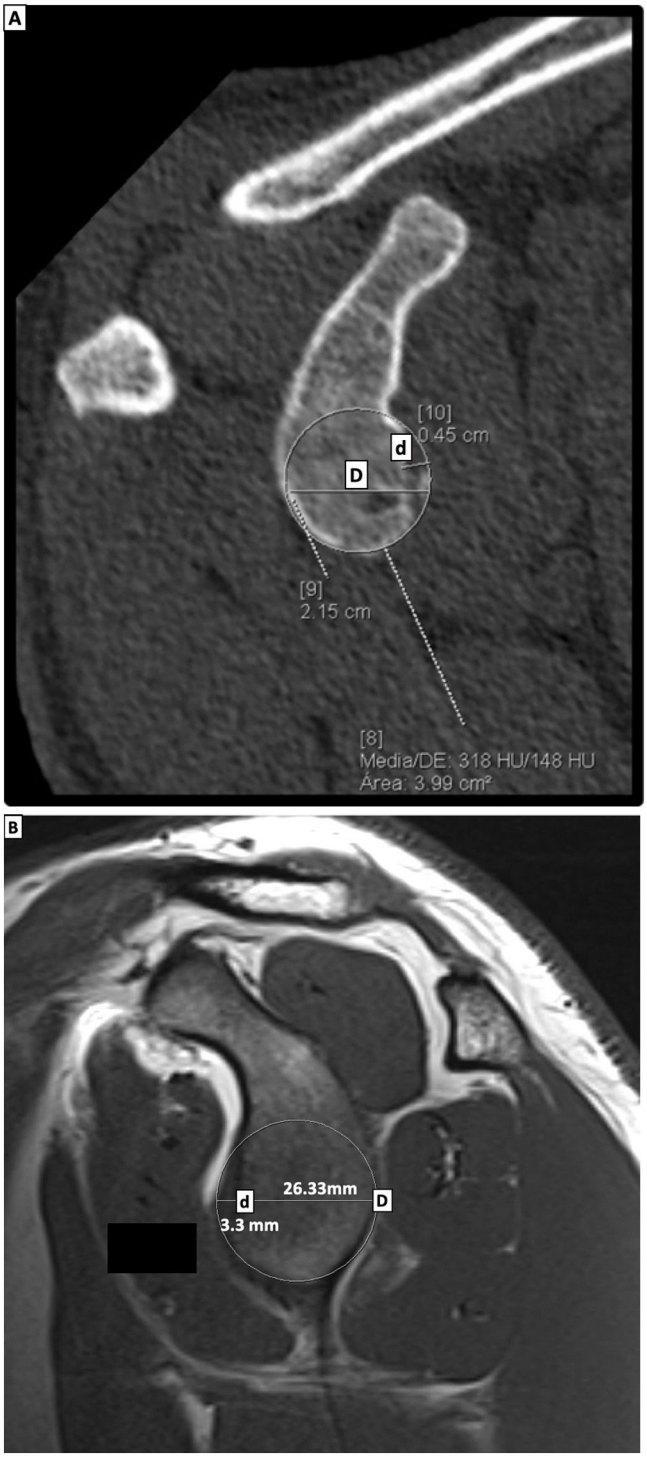

Figura 2 A-2B. Medición del diámetro glenoideo (D) y del defecto glenoideo anteroinferior (d) en corte sagital de imagen por tomografía simple (2A) y corte sagital en imagen por resonancia magnética, secuencia T1-TSE (2B).

2. Determinación del ancho del defecto óseo glenoideo anterior en mm (d) (Ver fig. 2 A, B).
3. Cálculo de la amplitud de la pista glenoidea (PG), formula PG = (0.83*D) - d.
4. Cálculo de la amplitud del intervalo del Hill-Sachs (IHS) que corresponde a la amplitud del Hill-Sachs (HS) más la amplitud del puente óseo entre el aspecto más posterior de la huella del manguito rotador y el aspecto lateral de la lesión de Hill-Sachs (Ver fig. 1 A, B).
5. Si el IHS > PG, entonces el defecto de Hill-Sachs está por fuera de la pista glenoidea o se traduce como una lesión enganchante.

Se realizó un análisis univariado de las características radiológicas de los estudios incluidos en la muestra, se calcularon las frecuencias absolutas y porcentuales para las variables cualitativas y para las cuantitativas se expresaron en medidas de tendencia central acompañada de una medida de dispersión. En el análisis bivariado, se calcularon las diferencias de medias y medianas, previamente se había determinado la distribución de las variables con la prueba de Shapiro Wilks, dada la naturaleza cuantitativa. La comparación se realizó mediante la prueba t-Student pareada y Wilcoxon respectivamente. También se realizó un análisis de correlación entre las medidas con los test de Pearson y Spearman. Además, se realizó un análisis de concordancia con las pruebas utilizándose el índice de Kappa, entre los valores encontrados en la resonancia magnética vs tomografía simple. Los hallazgos se consideraron significativos si el valor de $p < 0,05$ y se calcularon los intervalos de confianza al 95%. El procesamiento de datos se realizó con el software Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (Statistical Package for the Social Sciences – SPSS) versión 23 licenciado por la Universidad CES y con el programa para análisis epidemiológico de datos tabulados (EPIDAT) versión 3.1.

Para la realización de este trabajo de investigación no se requirió de ningún tipo de financiamiento económico.

Resultados

La cohorte estuvo conformada por 20 casos de pacientes con inestabilidad anterior de hombro que tuvieran disponibles tanto tomografía simple (TAC) como resonancia magnética (RMN) de la extremidad comprometida, el 70% fueron hombros derechos y 30% izquierdos (Ver tabla 1).

Según las mediciones de las imágenes diagnósticas, se realizó la prueba de Shapiro Wilks para determinar normalidad, todos mostraron normalidad ($p > 0.05$), a excepción de las variables intervalo de Hill Sachs y el diámetro glenoideo que presentaron significancia (<0.05). Se encontró diferencias de medianas siendo las diferencias significativas, mientras que en las diferencias de medias no se encontró significancia (Ver tabla 1).

Además, se evaluó la correlación entre las mediciones, evidenciando una correlación alta (mayor al 70%) y estadísticamente significativa para la medición del diámetro y defecto glenoideo, con una $p < 0.05$. Además, mostró también significancia estadística la medición de la amplitud del intervalo del Hill-Sachs, siendo el índice de correlación 60%. (Ver tabla 2).

Para la concordancia intraobservador, se calculó el índice kappa de Cohen entre tomografía como estándar de referencia y resonancia magnética de 0.8 con valor de p significativo para determinar si un defecto era enganchante o no enganchante. (Ver tabla 3)

Tabla 1 Diferencias de medias y medianas evaluadas según ayuda diagnóstica (TAC y RMN)

Característica Y Mediciones N = 20	Ayudas diagnósticas		Valor De p
	Tac Fa (%)	Rmn Fa (%)	
Lateralidad			
Derecho	14 (70)		
Intervalo De Hill-Sachs (mm)			
Media (DE)	17.4(4.3)	18.4(4.2)	
Mediana (RIC)	16.6(13.8; 20.0)	17 (15.2; 20.4)	0.047*
Lim Inf - Sup	11.9; 28.0	13; 28.0	
Hill Sachs Profundidad (mm)			
Media (DE)	4.1 (1.8)	3.8 (1.7)	
Mediana (RIC)	3.9 (2.5: 5.0)	3.3 (2.9; 4.8)	0.616
Lim Inf - Sup	1.5; 9.0	0.8; 8.5	
Diámetro Glenoideo (mm)			
Media (DE)	26.7 (2.9)	27.9 (3.6)	
Mediana (RIC)	27.2 (25.6; 28.2)	27.6 (25.6; 30)	0.042*
Lim Inf - Sup	19.5; 30.8	21.5; 36	
Defecto Glenoideo (mm)			
Media (DE)	4.6 (2.6)	5.1 (3.6)	
Mediana (RIC)	4.6 (2.9; 5.1)	4.9 (2.9; 7.0)	0.276
Lim Inf - Sup	0; 10.1	0; 13.3	
Defecto Glenoideo (%)			
Media (DE)	17.1 (8.8)	17.7(10.9)	
Mediana (RIC)	17.7 (11.9; 20.7)	19.1 (11.2; 22.1)	0.672
Lim Inf - Sup	0; 32.8	0; 37.7	
Tipo De Lesión			
Enganchante	10(50)	10(50)	0.752

* Wilcoxon signed rank test with continuity correction, para el resto se utilizó Paired t-test.
Fa: frecuencia absoluta, DE: Desviación estándar, RIC: rango intercuartílico, Lim inf-sup: Límite inferior-superior, mm: milímetros.

Tabla 2 Correlaciones entre mediciones según TAC y RMN

TAC (N = 20)	Correlación	
	RMN	Valor de p
Intervalo Hill Sachs (mm)	0.597*	0.005**
Profundidad Hill Sachs (mm)	0.142	0.550
Diámetro Glenoideo (mm)	0.730*	0.000**
Defecto Glenoideo (mm)	0.818	0.000**
Defecto Glenoideo (%)	0.799	0.000**

* Correlación de Spearman, resto correlación de Pearson.
** Significativo

Cuando se evaluó la validez de la prueba diagnóstica estableciendo el TAC como estándar de referencia y la RMN para determinar el rendimiento de esta ayuda, los resultados aportaron los siguientes indicadores para determinar si el defecto es o no enganchante. Sensibilidad: 90.0%, IC 95%:(66,41: 100,0) y Especificidad 90.0%, IC 95%:(66,41:100,0); Valor predictivo positivo: 90%, IC 95%: (66,41: 100,0) y Valor predictivo negativo: 90%, IC 95%: (66,41;100,0).

Discusión

En el contexto de una luxación traumática glenohumeral anterior uno de los factores determinantes para predecir la recidiva de la inestabilidad es la pérdida ósea tanto del húmero como de la cavidad glenoidea. El aumento en la aparición de los defectos glenoideos y de Hill-Sachs se asocian a mayores tasas de falla con la reparación artroscópica tipo Bankart por lo cual es necesario tener una cuantificación objetiva de estos para definir el método más adecuado de tratamiento y evitar la recidiva. Múltiples métodos de cuantificación de estos defectos óseos han sido descritos en la literatura, siendo la tomografía la más estudiada y la referida como estándar de referencia. Sin embargo, la resonancia magnética es un método reproducible que puede aportar datos adicionales acerca de lesiones en los tejidos blandos y puede acercarse con un adecuado índice de concordancia comparado con la tomografía[10,22–28].

El objetivo principal de este estudio fue comparar la medición del área de la superficie de defecto glenoideo y del defecto de Hill-Sachs entre la tomografía computarizada simple y la resonancia magnética simple de 3 Tesla.

Este estudio muestra que hay un alto índice de correlación entre las mediciones por resonancia magnética

Tabla 3 Concordancia TAC vs RMN en la evaluación de la definición lesión enganchante o no enganchante

Medida de acuerdo	Valor	Error Estándar	IC (95,0%)		Sig.
Kappa	0,800	0.1342	0.537	1.063	0,000
N de casos válidos	20				

comparado con la tomografía simple en la medición del diámetro y los defectos glenoideos no así para la medición de los defectos de Hill-Sachs. Además, se encontró una buena concordancia a través de la medición por resonancia magnética comparado con tomografía para establecer si un defecto de Hills-Sachs es enganchante o no.

Similar a nuestros hallazgos, *Gyftopoulos & cols.*[29] encontraron que la resonancia magnética, la tomografía simple y la tomografía 3D pueden ser usadas para la medición precisa de los defectos glenoideos y la amplitud glenoidea, solo encontraron una diferencia máxima del 1.3% en la precisión de la medición a través de resonancia magnética comparado con la tomografía para los defectos glenoideos utilizando el método del círculo; por lo cual concluyen que la utilización de la resonancia magnética en la evaluación del paciente con inestabilidad anterior de hombro es útil para identificar de lesiones de tejidos blandos y caracterización de las lesiones óseas como los defectos de Hill-Sachs y defectos glenoideos.

Yanke & cols.[30] realizaron un estudio cadavérico mostrando la habilidad de la resonancia 3D de 1.5 y 3 Tesla para cuantificar el defecto glenoideo comparado la tomografía 3D. Encontraron que en defectos óseos glenoideos no hay diferencia en la medición entre los 3 métodos con defectos entre el 10 y el 25%, ya que con defectos mayores del 25% el error de predicción de la resonancia asciende entre 2-3%.

Distinto a nuestros hallazgos, *Friedman & cols.*[31] utilizando el método de medición de altura y ancho glenoideo comparando resonancia magnética y tomografía simple encontraron solo un acuerdo moderado entre ambos métodos para la medición, explicando que un posible motivo de este resultado es no haber utilizado el método de medición del circulo utilizado por otros autores.

Lee & cols.[32] evaluaron la concordancia en la medición del defecto óseo glenoideo entre artroresonancia, tomografía simple y artroscopia. Encontraron que con la utilización del método PICO, la resonancia es casi tan precisa como la tomografía simple, sin embargo, estas mediciones se realizaron a través de artroresonancia que es menos usada para esta patología que la resonancia simple.

E Souza & cols.[33] evaluaron la concordancia de la resonancia con la artroscopia para determinar la severidad del defecto óseo glenoideo en un escenario clínico. Encontraron una excelente concordancia para la medición por resonancia de los defectos glenoideos a través del método del círculo comparado con la artroscopia. Además, refieren la ventaja de la resonancia magnética sobre la tomografía incluyendo la habilidad de la evaluación de anormalidades de los tejidos blandos y el hueso en un solo examen y la reducción de la exposición a la radiación en esta área anatómica localizada cerca a la tiroides y la mama.

Vopat & cols.[16] compararon la medición del defecto glenoideo y no encontraron diferencias significativas en la medición del porcentaje de defecto óseo glenoideo a través de resonancias con reconstrucción 3D y tomografía con reconstrucción 3D similar a los hallazgos de *Stillwater & cols* [34].

Conclusión

La resonancia magnética simple es un método de imagen confiable con alto índice de correlación para la medición del diámetro y los defectos glenoideos, adicionalmente con buena concordancia para establecer si los defectos de Hill-Sachs son enganchantes o no.

Limitaciones

Las principales limitaciones de este estudio se resumen en la medición de las imágenes realizada solo por dos radiólogos musculoesqueléticos, adicionalmente el número reducido de la muestra.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés para la realización de este trabajo de investigación.

Bibliografía

1. Leroux T, Wasserstein D, Veillette C, Khoshbin A, Henry P, Chahal J, et al. Epidemiology of primary anterior shoulder dislocation requiring closed reduction in Ontario. Canada. Am J Sports Med. 2014;42:442–50, http://dx.doi.org/10.1177/0363546513510391.
2. Owens BD, Dawson L, Burks R, Cameron KL. Incidence of shoulder dislocation in the United States military: demographic considerations from a high-risk population. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:791–6, http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H. 00514.
3. Leroux T, Ogilvie-Harris D, Veillette C, Chahal J, Dwyer T, Khoshbin A, et al. The epidemiology of primary anterior shoulder dislocations in patients aged 10 to 16 years. Am J Sports Med. 2015;43:2111–7, http://dx.doi.org/10.1177/0363546515591996.
4. Gyftopoulos S, Yemin A, Mulholland T, Bloom M, Storey P, Geppert C, et al. 3DMR osseous reconstructions of the shoulder using a gradient-echo based two-point Dixon reconstruction: a feasibility study. Skeletal Radiol. 2013;42:347–52, http://dx.doi.org/10.1007/s00256-012-1489-z.
5. Crichton J, Jones DR, Funk L. Mechanisms of traumatic shoulder injury in elite rugby players. Br J Sports Med. 2012;46:538–42, http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090688.
6. Longo UG, Huijsmans PE, Maffulli N, Denaro V, De Beer JF. Video analysis of the mechanisms of shoulder dislocation in four elite rugby players. J Orthop Sci. 2011;16:389–97, http://dx.doi.org/10.1007/s00776-011-0087-6.
7. Spatschil A, Landsiedl F, Anderl W, Imhoff A, Seiler H, Vassilev I, et al. Posttraumatic anterior-inferior instability of the shoulder: arthroscopic findings and clinical

correlations. Arch Orthop Trauma Surg. 2006;126:217–22, http://dx.doi.org/10.1007/s00402-005-0006-4.
8. Yiannakopoulos CK, Mataragas E, Antonogiannakis E. A comparison of the spectrum of intra-articular lesions in acute and chronic anterior shoulder instability. Arthroscopy. 2007;23:985–90, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2007.05.009.
9. Taylor DC, Arciero RA. Pathologic changes associated with shoulder dislocations. Arthroscopic and physical examination findings in first-time, traumatic anterior dislocations. Am J Sports Med. 1997;25:306–11, http://dx.doi.org/10.1177/036354659702500306.
10. Piasecki DP, Verma NN, Romeo AA, Levine WN, Bach BR Jr, Provencher MT. Glenoid bone deficiency in recurrent anterior shoulder instability: diagnosis and management. J Am Acad Orthop Surg. 2009;17:482–93, http://dx.doi.org/10.5435/00124635-200908000-00002.
11. Lynch JR, Clinton JM, Dewing CB, Warme WJ, Matsen FA 3rd. Treatment of osseous defects associated with anterior shoulder instability. J Shoulder Elbow Surg. 2009;18:317–28, http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2008.10.013.
12. Anakwenze OA, Hsu JE, Abboud JA, Levine WN, Huffman GR. Recurrent anterior shoulder instability associated with bony defects. Orthopedics. 2011;34:538–44, http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20110526-21, quiz 545-6.
13. Itoi E, Lee SB, Berglund LJ, Berge LL, An KN. The effect of a glenoid defect on anteroinferior stability of the shoulder after Bankart repair: a cadaveric study. J Bone Joint Surg Am. 2000;82:35–46, http://dx.doi.org/10.2106/00004623-200001000-00005.
14. Di Giacomo G, Itoi E, Burkhart SS. Evolving concept of bipolar bone loss and the Hill-Sachs lesion: from ''engaging/non-engaging'' lesion to ''on-track/off-track'' lesion. Arthroscopy. 2014;30:90–8, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2013.10.004.
15. Di Giacomo G, Piscitelli L, Pugliese M. The role of bone in glenohumeral stability. EFORT Open Rev. 2018;3:632–40, http://dx.doi.org/10.1302/2058-5241.3.180028.
16. Vopat BG, Cai W, Torriani M, Vopat ML, Hemma M, Harris GJ, et al. Measurement of Glenoid Bone Loss With 3-Dimensional Magnetic Resonance Imaging: A Matched Computed Tomography Analysis. Arthroscopy. 2018;34:3141–7, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2018.06.050.
17. Chuang TY, Adams CR, Burkhart SS. Use of preoperative three-dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. Arthroscopy. 2008;24:376–82, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2007.10.008.
18. Ochoa E Jr, Burkhart SS. Bone defects in anterior instability of the shoulder: Diagnosis and management. Oper Tech Orthopaed. 2008;18:68–78, http://dx.doi.org/10.1053/j.oto.2008.07.003.
19. Biswas D, Bible JE, Bohan M, Simpson AK, Whang PG, Grauer JN. Radiation exposure from musculoskeletal computerized tomographic scans. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:1882–9, http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H. 01199.
20. Huijsmans PE, Haen PS, Kidd M, Dhert WJ, van der Hulst VP, Willems WJ. Quantification of a glenoid defect with three-dimensional computed tomography and magnetic resonance imaging: a cadaveric study. J Shoulder Elbow Surg. 2007;16:803–9, http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2007.02.115.
21. Ho A, Kurdziel MD, Koueiter DM, Wiater JM. Three-dimensional computed tomography measurement accuracy of varying Hill-Sachs lesion size. J Shoulder Elbow Surg. 2018;27:350–6, http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2017.09.007.
22. Provencher MT, Bhatia S, Ghodadra NS, Grumet RC, Bach BR Jr, Dewing CB, et al. Recurrent shoulder instability: current concepts for evaluation and management of glenoid bone loss. J Bone Joint Surg Am. 2010;92 Suppl 2:133–51, http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.J. 00906.
23. Burkhart SS, Danaceau SM. Articular arc length mismatch as a cause of failed bankart repair. Arthroscopy. 2000;16:740–4, http://dx.doi.org/10.1053/jars.2000.7794.
24. Chen AL, Hunt SA, Hawkins RJ, Zuckerman JD. Management of bone loss associated with recurrent anterior glenohumeral instability. Am J Sports Med. 2005;33:912–25, http://dx.doi.org/10.1177/0363546505277074.
25. Latarjet M. Treatment of recurrent dislocation of the shoulder. Lyon Chir. 1954 Nov-Dec;49:994–7.
26. Helfet AJ. Coracoid transplantation for recurring dislocation of the shoulder. J Bone Joint Surg (Br). 1958;40:198–202.
27. Warner JJ, Gill TJ, O'hollerhan JD, Pathare N, Millett PJ. Anatomical glenoid reconstruction for recurrent anterior glenohumeral instability with glenoid deficiency using an autogenous tricortical iliac crest bone graft. Am J Sports Med. 2006;34:205–12, http://dx.doi.org/10.1177/0363546505281798.
28. Provencher MT, Ghodadra N, LeClere L, Solomon DJ, Romeo AA. Anatomic osteochondral glenoid reconstruction for recurrent glenohumeral instability with glenoid deficiency using a distal tibia allograft. Arthroscopy. 2009;25:446–52, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2008.10.017.
29. Gyftopoulos S, Hasan S, Bencardino J, Mayo J, Nayyar S, Babb J, et al. Diagnostic accuracy of MRI in the measurement of glenoid bone loss. AJR Am J Roentgenol. 2012;199:873–8, http://dx.doi.org/10.2214/AJR.11.7639.
30. Yanke AB, Shin JJ, Pearson I, Bach BR Jr, Romeo AA, Cole BJ, et al. Three-Dimensional Magnetic Resonance Imaging Quantification of Glenoid Bone Loss Is Equivalent to 3-Dimensional Computed Tomography Quantification: Cadaveric Study. Arthroscopy. 2017;33:709–15, http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.08.025.
31. Friedman LG, Ulloa SA, Braun DT, Saad HA, Jones MH, Miniaci AA. Glenoid Bone Loss Measurement in Recurrent Shoulder Dislocation: Assessment of Measurement Agreement Between CT and MRI. Orthop J Sports Med. 2014;2, http://dx.doi.org/10.1177/2325967114549541, 2325967114549541.
32. Lee RK, Griffith JF, Tong MM, Sharma N, Yung P. Glenoid bone loss: assessment with MR imaging. Radiology. 2013;267:496–502, http://dx.doi.org/10.1148/radiol.12121681.
33. De Souza PM, Brandão BL, Brown E, Motta G, Monteiro M, Marchiori E. Recurrent anterior glenohumeral instability: the quantification of glenoid bone loss using magnetic resonance imaging. Skeletal Radiol. 2014;43:1085–92, http://dx.doi.org/10.1007/s00256-014-1894-6.
34. Stillwater L, Koenig J, Maycher B, Davidson M. 3D-MR vs. 3D-CT of the shoulder in patients with glenohumeral instability. Skeletal Radiol. 2017;46:325–31, http://dx.doi.org/10.1007/s00256-016-2559-4.