

Defectos óseos glenohumerales: Un recorrido por los avances diagnósticos y terapéuticos durante los últimos 20 años

Alejandro Mejía-Grueso, Daniela Gutiérrez-Zúñiga, Nicolle Visbal-Otero, Felipe Valbuena-Bernal

Departamento de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Introducción: El abordaje y el tratamiento de los defectos óseos glenohumerales han evolucionado con la intención de brindar un manejo más individualizado para los pacientes. Sin embargo, hasta la fecha, no existen artículos que recopilen dichos avances históricos. **Objetivo:** Describir la bibliografía más relevante sobre el análisis diagnóstico y las opciones terapéuticas de los defectos óseos glenohumerales en los últimos 20 años. **Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed con los términos “Glenoid defect”, “Humeral defect”, “Shoulder instability” y “Glenoid track”, filtrada por año desde 2000 hasta 2021. Se incluyeron estudios publicados en inglés y español, de pacientes adultos. **Resultados:** En la búsqueda, se revisaron 56 artículos según los criterios planteados. Se llevó a cabo una revisión narrativa cronológica sobre el abordaje de los defectos óseos glenohumerales en inestabilidad anterior. **Conclusiones:** Los avances tecnológicos han permitido desarrollar algoritmos de evaluación y manejo dirigidos a lograr los mejores desenlaces según las características de cada paciente. La bibliografía actual recomienda el tratamiento quirúrgico basado en la medición objetiva de los defectos óseos glenohumerales, para lo cual la artroscopia y la tomografía con reconstrucción 3D ofrecen la cuantificación más acertada.

Palabras clave: Defectos óseos glenohumerales; inestabilidad del hombro; pista glenoidea; lesiones de Hill-Sachs.

Nivel de Evidencia: IV Revisión narrativa

Glenohumeral Bone Defects: A Review of the Diagnostic and Therapeutic Advances Over the Last 20 Years

ABSTRACT

Introduction: The approach and treatment of glenohumeral bone defects have evolved intending to provide more individualized management for patients. However, to date, there are no articles that compile these historical advances. **Objective:** To describe the most relevant literature on the diagnostic analysis and therapeutic options for glenohumeral bone defects reported in the last 20 years. **Materials and Methods:** A search was conducted in the PubMed database with the terms “Glenoid defect”, “Humeral defect”, “Shoulder instability” and “Glenoid track”, filtered by year from 2000 to 2021. Studies published in English and Spanish, involving adult patients, were included. **Results:** We reviewed a total of 56 articles. A narrative chronological review of the approach to glenohumeral bone defects in anterior instability was performed. **Conclusions:** Technological advances have allowed the development of evaluation and management algorithms aimed at achieving the best outcomes according to the characteristics of each patient. To date, the current literature recommends surgical treatment of instability based on the objective measurement of glenohumeral bone defects, for which arthroscopy and 3D reconstruction tomography offer the most accurate quantification.

Key words: Glenohumeral bone defects; shoulder instability; glenoid track; Hill-Sachs lesions.

Level of Evidence: IV Narrative review

INTRODUCCIÓN

El amplio rango de movilidad de la articulación glenohumeral ocurre a expensas de una demanda de múltiples mecanismos para preservar la estabilidad de la articulación. Diferentes componentes dinámicos y estáticos son fundamentales para preservar la congruencia articular y, de esta manera, hacer efectivo el movimiento en los diferentes planos. Los componentes estáticos óseos son: la cabeza humeral y la cavidad glenoidea con la que se articula

Recibido el 14-2-2022. Aceptado luego de la evaluación el 2-7-2022 • Dr. ALEJANDRO MEJÍA-GRUESO • amejiag.ortopedia@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-8926-9724>

Cómo citar este artículo: Mejía-Grueso A, Gutiérrez-Zúñiga D, Visbal-Otero N, Valbuena-Bernal F. Defectos óseos glenohumerales: Un recorrido por los avances diagnósticos y terapéuticos durante los últimos 20 años. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(4):570-578. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.4.1518>

que comparativamente es más pequeña, cóncava y poco profunda. En reposo, el efecto de concavidad-compresión secundario a una presión intrarticular negativa es el principal factor estabilizador de la articulación. Otros estabilizadores, conocidos como los estabilizadores dinámicos, que incluyen la cápsula, los ligamentos glenohumerales y el manguito rotador, son importantes en diferentes grados de movimiento. Desde el punto de vista óseo, las características de la cavidad glenoidea, específicamente su profundidad, su ancho y su versión, además de la posición de la escápula pueden alterar la estabilidad articular.¹

Desde el siglo XVI, Ambroise Paré, considerado el padre de la cirugía moderna, describió las luxaciones glenohumerales y consideró complejas a aquellas asociadas a fracturas.² Hoy en día, se sabe que, en episodios de luxación aguda y sus recurrencias, pueden generarse lesiones óseas bien sea por fracturas, por pérdida por atrición o por impactación tanto a nivel glenoideo como humeral.³ Esto se conoce como defectos óseos glenohumerales, los cuales tienen un impacto en la toma de decisiones terapéuticas al abordar a un paciente con inestabilidad del hombro.

El análisis de los defectos óseos glenohumerales ha sido objeto de estudio y debate en la cirugía de hombro, durante los últimos 20 años, cambiando a medida que han evolucionado las técnicas artroscópicas y los estudios por imágenes; esto ha permitido modificar el tratamiento y sus resultados posoperatorios. En esta revisión narrativa, se plantea la revisión de la bibliografía más relevante en secciones divididas por quinquenios.

2000-2005 ASÍ EMPIEZA EL NUEVO MILENIO

En 2000, Burkhart y De Beer publican uno de los artículos más relevantes sobre la inestabilidad glenohumeral.⁴ En un análisis de casos de defectos glenoideos traumáticos y su relación con la falla terapéutica mediante la cirugía de Bankart, establecen que la cirugía de Bankart artroscópica obtiene los mismos resultados que la cirugía abierta si no hay defectos óseos glenoideos. Estos hallazgos fueron descritos inicialmente como “pera invertida” por su apariencia artroscópica. Además, describen, por primera vez, los defectos humerales como lesiones de Hill-Sachs significativas si generan enganchamiento con el reborde anterior de la glenoides en posición atlética funcional (abducción de 90° combinada con rotación externa de 0 a 135°). Plantean el tratamiento con *shift* capsular u osteotomía humeral y consideran que los defectos glenoideos exigen injertos óseos para recuperar la estabilidad. Se prefiere además el procedimiento de transferencia de la coracoides al reborde anterior de la glenoides, más conocido como el procedimiento de Latarjet.⁵

Más adelante, en 2002, los mismos autores sugieren un método artroscópico para establecer una cuantificación más precisa de los defectos glenoideos.⁶ En este mismo año, Porcellini y cols., al estudiar a pacientes con lesión de Bankart con componente óseo, hallaron que la fijación artroscópica con anclajes en defectos inferiores al 25% permite el retorno deportivo en el 92% de los pacientes.⁷ En 2004, Lo y cols., utilizando el método artroscópico de cuantificación de los defectos de Burkhart, analizan que la forma de “pera invertida” requiere una pérdida ósea de, al menos, el 25-27% de la glenoides inferior, y para su tratamiento, recomiendan injertos óseos con el fin de restaurar la anatomía.⁸

2006-2010 LOS AÑOS DE MAYOR INFLUENCIA FRANCESA

En 2007, en Francia, Boileau, tras realizar un estudio de identificación de factores de riesgo de recurrencia con la cirugía de Bankart,^{9,10} publica la escala ISIS (*Instability Severity Index Score*), que tiene en cuenta factores, como la edad, la participación deportiva y el tipo de deporte, así como características en la radiografía convencional de los defectos óseos y la hiperlaxitud ligamentaria.¹¹ Desde ese momento, la escala ISIS se convierte en una de las herramientas más utilizadas para la toma de decisiones terapéuticas entre cirugías artroscópicas tipo Bankart o procedimientos abiertos, como la cirugía de Latarjet, para evitar la recurrencia de la inestabilidad.

Asimismo, en 2007, Yamamoto y cols. introdujeron el concepto de la “pista glenoidea”, analizando la zona de contacto entre la cabeza humeral y la glenoides en diferentes posiciones de abducción, en un estudio cadavérico. La pista glenoidea, más conocida como *glenoid track* corresponde al 84% de la superficie de la glenoides, si no existen defectos óseos. Los autores concluyen en que los defectos en la cabeza humeral se pueden enganchar con el reborde anterior de la glenoides con los movimientos del hombro en flexión y abducción, cuando el defecto humeral se extiende medialmente sobre el margen medial de la pista.¹²

Chuang y cols., tras plantear, en 2002, la técnica artroscópica de medición, exponen en 2007, un método para la cuantificación prequirúrgica de defectos glenoideos mediante la tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional (TC 3D).¹³ Un año más tarde, d’Elia y cols., utilizando tomografía con reconstrucción multiplanar y análisis cuantitativo, recomiendan procedimientos de injerto óseo para defectos superiores al 20%.¹

En 2009, Yamamoto y cols., en un estudio cadavérico para calcular los defectos que ocasionan inestabilidad, halló que los defectos localizados en la porción anterior de la glenoides de 6 mm, equivalentes al 20%, generan una inestabilidad anterior significativa.¹⁴ Bollier y Arciero publican un algoritmo y plantean un 20% como límite para indicar una cirugía de Latarjet.¹⁵

Durante el mismo año, al realizar una síntesis de la evidencia disponible hasta ese momento, Provencher plantea un algoritmo calculando los defectos con TC 3D preoperatoria o mediante valoración artroscópica (Figura). Los defectos <15% en la glenoides son no significativos, mientras que aquellos >30% tienen indicación de aumento óseo con injerto o cirugía de Latarjet. Para la zona gris ubicada entre el 15% y el 30%, lo que, más adelante, se definiría como “defectos subcríticos”, se propone considerar las características clínicas del paciente en términos de su demanda funcional y la práctica deportiva.¹⁶

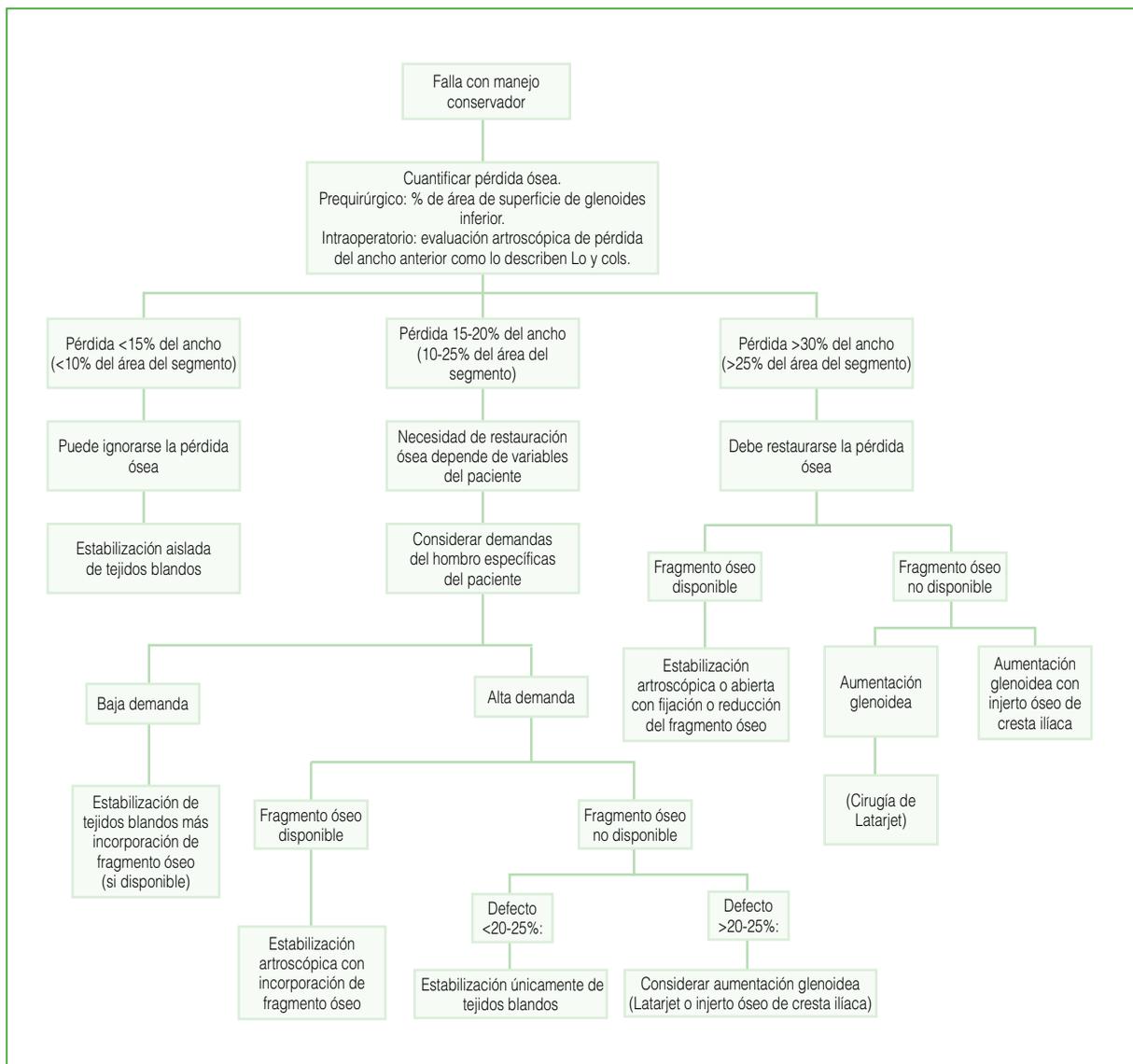


Figura. Algoritmo para el manejo quirúrgico de la pérdida ósea glenoidea. Adaptado de: Piasecki DP, Verma NN, Romeo AA, Levine WN, Bach BR Jr., Provencher MT. Glenoid bone deficiency in recurrent anterior shoulder instability: Diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17(8):482-93.

2011- 2015 LA IMPORTANCIA DEL ENGANCHAMIENTO DENTRO O FUERA DE LA PISTA

En 2011, Bhatia y cols. llevaron a cabo una revisión sistemática de estudios con nivel de evidencia I, y plantearon el 25% como el defecto límite para recomendar procedimientos óseos. En esta publicación, recalcaron la importancia de la cuantificación de los defectos y de tener en cuenta al elegir el tipo de cirugía, especialmente ante defectos limítrofes, la edad y la participación deportiva de los pacientes.¹⁷ Enfocándose en el análisis de las lesiones de Hill-Sachs, Giles y cols., en 2012, en un estudio biomecánico, compararon las alternativas quirúrgicas para el tratamiento de los defectos humerales, como *remplissage* (relleno del defecto óseo de Hill-Sachs con cápsula y tendón del infraespinoso), resuperficialización y el uso de aloinjertos. Demostraron que todos los procedimientos son eficaces para mejorar la estabilidad, con la salvedad de que el *remplissage* disminuye la rotación externa.¹⁸ Provencher y cols., en un análisis de las lesiones de Hill-Sachs, las definen como lesiones frecuentes que ameritan el estudio del tamaño, la orientación y de las otras lesiones glenoideas o capsulolabrales concomitantes. Indicaron que los defectos humerales >30% ameritan un manejo quirúrgico, con procedimientos combinados, como artroplastias, aloinjertos, *remplissage* y resuperficialización.¹⁹

Unos años más adelante, en un estudio de 100 pacientes con inestabilidad, Kurokawa y cols. establecieron que la prevalencia de lesiones de Hill-Sachs era del 94% y que el 7% de ellas tenía extensión medial respecto a la pista glenoidea.²⁰ En 2013, Metzger y cols. publicaron un estudio clínico para aplicar el concepto de la pista glenoidea explicado en estudios cadavéricos por Yamamoto y cols. Como resultado, señalaron que el 13% de los pacientes con inestabilidad y lesión de Hill-Sachs tiene un riesgo de enganchamiento de la lesión con lesiones bipolares por fuera de la pista glenoidea. El 85% de estos pacientes presenta un enganchamiento funcional en el examen bajo anestesia. Este enganchamiento se puede predecir antes de la cirugía con mediciones precisas en imágenes diagnósticas y se relaciona con la edad del paciente y los episodios de recurrencia. Recalcaron la importancia de evaluar las lesiones de manera bipolar, considerando que los defectos óseos a nivel glenoideo y humeral se potencian, aumentando el riesgo de recurrencia.²¹ A mediados de este mismo año, Bishop y cols., en un estudio comparativo entre las diferentes opciones de imágenes para el estudio de los defectos óseos glenohumerales, precisaron que la TC 3D es el estudio más confiable para cuantificar los defectos glenoideos.²²

En 2014, Di Giacomo y cols. sintetizaron los conceptos previamente establecidos, buscando una forma artroscópica y radiológica de analizar las lesiones bipolares y cuantificar los defectos humerales para predecir su enganchamiento a nivel glenoideo. Con este método se denomina a la lesión enganchante como lesión de Hill-Sachs fuera de la pista u *off-track*. De acuerdo con su tamaño y si su margen medial es más interno que la pista glenoidea, lo se genera una ausencia de soporte óseo de la lesión. Sobre la base de esta cuantificación, crearon un paradigma de tratamiento, clasificando los hallazgos en cuatro tipos de pacientes, según los defectos glenoideos (< o >25%) y el tipo de lesión de Hill-Sachs (*on-track* vs. *off-track*) (Tablas 1 y 2). De acuerdo con esta categorización, se propone la decisión terapéutica, desde cirugía de Bankart artroscópica hasta cirugía de Latarjet. La recomendación de los autores es convertir las lesiones de Hill-Sachs de *off-track* a *on-track*, con procedimientos, como injertos óseos o *remplissage* para recuperar la estabilidad.²³

Más adelante, en 2015, Shaha y cols. realizaron un estudio en una población militar, y hallaron que los defectos <20% tratados con estabilización mediante la cirugía de Bankart pueden tener desenlaces funcionales poco satisfactorios. De acuerdo con un análisis por cuartiles según la pérdida ósea, definieron a los defectos >13,5% como “subcríticos” en la población activa con alta demanda funcional.²⁴ Este concepto de defectos subcríticos pone en duda el límite previo del 20% para recomendar procedimientos de estabilización ósea y resalta la necesidad de evaluar el entorno funcional y la demanda deportiva del paciente. Esto sería replanteado por el grupo de Yamamoto y cols., en 2019, quienes, al evaluar una población civil de pacientes jóvenes deportistas o con alta demanda funcional, definen una pérdida ósea glenoidea subcrítica como aquella de entre el 17% y el 25%.²⁵

Tabla 1. Categorías de inestabilidad anterior

| Grupo | Defecto glenoideo | Lesión de Hill-Sachs |
|-------|-------------------|----------------------|
| 1 | <25% | Dentro de la pista |
| 2 | <25% | Fuera de la pista |
| 3 | ≥25% | Dentro de la pista |
| 4 | ≥25% | Fuera de la pista |

Adaptada de: 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(1):90-8.

Tabla 2. Paradigma de tratamiento

| Grupo | Tratamiento recomendado |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Reparación de Bankart artroscópica |
| 2 | Reparación de Bankart artroscópica más <i>remplissage</i> |
| 3 | Cirugía de Latarjet |
| 4 | Cirugía de Latarjet con procedimientos humerales (injerto óseo humeral o <i>remplissage</i>) o sin ellos, según el enganchamiento de la lesión de Hill-Sachs posterior al procedimiento de Latarjet |

Adaptada de: 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(1):90-8.

2016-2021 LA INFLUENCIA NO FRANCESA INCLINA LA BALANZA

A partir de 2016, dos estudios se enfocaron en evaluar la asociación de los defectos óseos medidos en imágenes con la evolución natural de la inestabilidad y su impacto clínico funcional. McNeil y cols. llevaron a cabo un análisis de la pérdida ósea glenoidea por atrición, y hallaron que aumenta con la duración de los síntomas de inestabilidad.²⁶ Por su parte, Wolke y cols. hallaron una relación entre los hallazgos en las imágenes y la pérdida ósea cuantificada con los puntajes funcionales para escalas específicas de funcionalidad del hombro y calidad de vida (WOSI, Rowe, SSV).²⁷ Tres años más tarde, Dickens y cols. publican uno de los primeros estudios que evalúa el impacto de la evolución natural de la inestabilidad del hombro en los defectos óseos. Los autores identifican que, después de un primer episodio de luxación, se puede generar una pérdida ósea del 6,8% en el reborde anterior de la glenoides. Teniendo en cuenta el impacto de los defectos óseos en la inestabilidad, el estudio sugiere considerar la estabilización quirúrgica temprana en una población joven y deportista.²⁸

A partir de 2017, varios autores se cuestionaron la fiabilidad de las estrategias de medición tomográfica o artroscópica de los defectos óseos. Moroder y cols. plantearon que hay una falta de estandarización de protocolos de toma y medición de imágenes tomográficas para cuantificar los defectos glenoideos.²⁹ Más adelante, en 2019, Funakoshi y cols. explicaron que existe una discordancia entre los cálculos de los defectos bipolares en la planificación quirúrgica con tomografía y los hallazgos intraoperatorios por artroscopia.³⁰ Por su parte, tras una revisión bibliográfica sistemática, Gowd y cols. detectaron una inconsistencia en el análisis de las lesiones de Hill-Sachs, observaron que solo el 3,2% de los estudios cuantifica los defectos humerales.³¹ En 2019, Yamamoto y cols. plantearon el nuevo concepto de lesiones *on-track*. En su análisis, dividen la pista glenoidea en cuatro zonas. Según los autores, las lesiones de Hill-Sachs periféricas, que ocupan más del 75% de la pista glenoidea, tienen peores desenlaces funcionales.³²

A finales de 2020, se publicó uno de los estudios fundamentales para modificar el entendimiento y las decisiones terapéuticas en la inestabilidad del hombro. Complementando la corriente de Boileau dada por la escala ISIS con el concepto de la pista glenoidea, Di Giacomo y cols. propusieron la escala GTIMS (*Glenoid Track Instability Management Score*) (Tabla 3), un nuevo algoritmo de tratamiento que combina el concepto del *track* glenoideo con los factores de riesgo de la escala ISIS, utilizando imágenes avanzadas de tomografía. Con este nuevo instrumento, se obtiene una indicación de tratamiento más conservador que con la escala ISIS, la cual recomienda dos veces más cirugías de Latarjet, con desenlaces clínicos igualmente satisfactorios.³³

Tabla 3. Escala GTIMS (*Glenoid Track Instability Management Score*)

| Factores pronósticos GTIMS | Puntaje |
|---------------------------------------------|---------|
| Edad en el momento de la cirugía (años) | |
| ≤20 años | 2 |
| >20 años | 0 |
| Tipo de deporte | |
| Contacto u <i>overhead</i> | 1 |
| Otro | 0 |
| Nivel de competición en el deporte | |
| Competitivo | 2 |
| Recreativo/ninguno | 0 |
| Hiperlaxitud del hombro | |
| Hiperlaxitud anterior o inferior confirmada | 1 |
| Laxitud normal | 0 |
| Evaluación de pérdida ósea en tomografía 3D | |
| “Dentro de la pista” | 0 |
| “Fuera de la pista” | 4 |
| GTIMS total | 10 |

Adaptada de: Di Giacomo G, Peebles LA, Pugliese M, Dekker TJ, Golijani P, Sanchez A, et al. Glenoid track instability management score: Radiographic modification of the Instability Severity Index Score. *Arthroscopy* 2020;36(1):56-67.

También, en 2020, Rossi y cols. publican un consenso de expertos efectuado con la técnica de Delphi sobre el manejo de la inestabilidad glenohumeral con pérdida ósea asociada. El consenso concluye en que un antecedente de inestabilidad recurrente y cirugía de tejidos blandos fallida obliga a sospechar defectos óseos. Además, para los expertos, la imagen de elección para su estudio es la TC 3D utilizando la vista “en face” como el método más preciso para la medición de la glenoides. A diferencia de esto, señalan que las lesiones de Hill-Sachs aun hasta esta fecha son poco cuantificadas y clasificadas. Finalmente, recomiendan el procedimiento de estabilización ósea para defectos glenoideos >20%.³⁴

Finalmente, Yamamoto y cols. enuncian el concepto de la pista central o pista periférica (*central track* y *peripheral track*), subdividiendo la pista glenoidea en cuatro zonas que incluyen la ocupación del Hill-Sachs en la pista. Para las lesiones dentro de la pista a nivel de su configuración central, proponen el tratamiento con la cirugía artroscópica de Bankart, dada la baja probabilidad de ser enganchantes. Por otro lado, los defectos que ocurren dentro de la pista, pero en su porción periférica y si el paciente es deportista de contacto, se recomienda la estabili-

zación con la cirugía de Latarjet o el *remplissage*. Sin embargo, si el paciente realiza alguna práctica deportiva que no tiene contacto, la estabilización artroscópica con la cirugía de Bankart sería la opción ideal para el tratamiento. Esta recomendación se basa en los peores resultados en escala WOSI sin inestabilidad recurrente para pacientes con lesiones periféricas dentro de la pista glenoidea (ocupación $\geq 75\%$ de la pista glenoidea).³²

CONCLUSIONES

Las luxaciones de hombro pueden generar defectos óseos glenohumerales que se asocian con importantes síntomas de inestabilidad. Durante las últimas dos décadas, múltiples autores han realizado aportes significativos sobre estos defectos, los que permitieron modificar tanto el abordaje de los pacientes, como las opciones terapéuticas y sus resultados posoperatorios. En la actualidad, sabemos que la TC 3D y la artroscopia son herramientas indispensables para la evaluación de defectos óseos, si bien aún no existe un método perfecto para cuantificarlos. Así mismo, la introducción de la categorización de las lesiones de Hill-Sachs como *on-track* u *off-track*, nos otorga un paradigma de tratamiento para guiar las decisiones terapéuticas quirúrgicas. En general, todos los aportes apuntan hacia una idea en común, en la cual se concluye en que el tratamiento se debe orientar de manera holística e individual para cada paciente, según su edad, entorno funcional, demanda deportiva y defecto óseo glenohumeral.

La bibliografía actual se inclina hacia el tratamiento dirigido por la medición objetiva de los defectos glenoideos, y hay una tendencia a la especialización del diagnóstico y el tratamiento. Finalmente, el trayecto evolutivo no ha sido del todo fácil, presentó contraposiciones entre corrientes importantes, como el caso de la escuela francesa defensora de la cirugía de Latarjet, la cual ha sido atacada por la influencia americana.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de D. Gutiérrez-Zúñiga: <https://orcid.org/0000-0001-6852-0350>
ORCID de N. Visbal-Otero: <https://orcid.org/0000-0003-1766-4500>

ORCID de F. Valbuena-Bernal: <https://orcid.org/0000-0002-1993-3797>

BIBLIOGRAFÍA

1. d'Elia G, Di Giacomo A, D'Alessandro P, Cirillo LC. Traumatic anterior glenohumeral instability: quantification of glenoid bone loss by spiral CT. *Radiol Med* 2008;113(4):456-503. <https://doi.org/10.1007/s11547-008-0274-5>
2. Markatos K, Tzivra A, Tsoutsos S, Tsouroufflis G, Karamanou M, Androutsos G. Ambroise Paré (1510-1590) and his innovative work on the treatment of war injuries. *Surg Innov* 2018;25(2):183-6. <https://doi.org/10.1177/1553350617744901>
3. Itoi E, Yamamoto N, Kurokawa D, Sano H. Bone loss in anterior instability. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2013;6(1):88-94. <https://doi.org/10.1007/s12178-012-9154-7>
4. Burkhart SS, De Beer JF. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: Significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy* 2000;16(7):677-94. <https://doi.org/10.1053/jars.2000.17715>
5. Latarjet M. A propos du traitement des luxations récidivantes de l'épaule, *Lyon Chit* 1954;49:994-1003.
6. Burkhart SS, De Beer JF, Tehrani AM, Parten PM. Quantifying glenoid bone loss arthroscopically in shoulder instability. *Arthroscopy* 2002;18(5):488-91. <https://doi.org/10.1053/jars.2002.32212>
7. Porcellini G, Campi F, Paladini P. Arthroscopic approach to acute bony Bankart lesion. *Arthroscopy* 2002;18(7):764-9. <https://doi.org/10.1053/jars.2002.35266>
8. Lo IK, Parten PM, Burkhart SS. The inverted pear glenoid: an indicator of significant glenoid bone loss. *Arthroscopy* 2004;20(2):169-74. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2003.11.036>
9. Caspari RB, Savoie FH. Arthroscopic reconstruction of the shoulder: The Bankart repair. En: McGinty JB (ed). *Operative arthroscopy*. New York: Raven Press; 1991:507-15.
10. Morgan CD, Bodenstab AB. Arthroscopic Bankart suture repair: Technique and early results. *Arthroscopy* 1987;3(2):111-22. [https://doi.org/10.1016/s0749-8063\(87\)80027-0](https://doi.org/10.1016/s0749-8063(87)80027-0)

11. Balg F, Boileau P. The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89(11):1470-7. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B11.18962>
12. Yamamoto N, Itoi E, Abe H, Minagawa H, Seki N, Shimada Y, et al. Contact between the glenoid and the humeral head in abduction, external rotation, and horizontal extension: A new concept of glenoid track. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16(5):649-56. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.12.012>
13. Chuang TY, Adams CR, Burkhart SS. Use of preoperative three-dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy* 2008;24(4):376-82. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2007.10.008>
14. Yamamoto N, Itoi E, Abe H, Kikuchi K, Seki N, Minagawa H, et al. Effect of an anterior glenoid defect on anterior shoulder stability: A cadaveric study. *Am J Sports Med* 2009;37(5):949-54. <https://doi.org/10.1177/0363546508330139>
15. Bollier MJ, Arciero R. Management of glenoid and humeral bone loss. *Sports Med Arthrosc Rev* 2010;18(3):140-8. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181e88ef9>
16. 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(8):482-93. <https://doi.org/10.5435/00124635-200908000-00002>
17. Bhatia S, Ghodadra NS, Romeo AA, Bach BR, Verma NN, Vo ST, Provencher MT. The importance of the recognition and treatment of glenoid bone loss in an athletic population. *Sports Health* 2011;3(5):435-40. <https://doi.org/10.1177/1941738111414126>
18. Giles JW, Elkinson I, Ferreira LM, Faber KJ, Boons H, Litchfield R, et al. Moderate to large engaging Hill-Sachs defects: An in vitro biomechanical comparison of the remplissage procedure, allograft humeral head reconstruction, and partial resurfacing arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(9):1142-51. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.07.017>
19. Provencher MT, Frank RM, Leclere LE, Metzger PD, Ryu JJ, Bernhardson A, et al. The Hill-Sachs lesion: diagnosis, classification, and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20(4):242-52. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-04-242>
20. Kurokawa D, Yamamoto N, Nagamoto H, Omori Y, Tanaka M, Sano H, et al. The prevalence of a large Hill-Sachs lesion that needs to be treated. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(9):1285-9. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.12.033>
21. Metzger PD, Barlow B, Leonardelli D, Peace W, Solomon DJ, Provencher MT. Clinical application of the “glenoid track” concept for defining humeral head engagement in anterior shoulder instability: A preliminary report. *Orthop J Sports Med* 2013;1(2):1-7. <https://doi.org/10.1177/2325967113496213>
22. Bishop JY, Jones GL, Rerko MA, Donaldson C. 3-D CT is the most reliable imaging modality when quantifying glenoid bone loss. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(4):1251-6. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2607-x>
23. 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(1):90-8. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.10.004>
24. Shaha JS, Cook JB, Song DJ, Rowles DJ, Bottoni CR, Shaha SH, et al. Redefining “critical” bone loss in shoulder instability: functional outcomes worsen with “subcritical” bone loss. *Am J Sports Med* 2015;43(7):1719-25. <https://doi.org/10.1177/0363546515578250>
25. Yamamoto N, Kawakami J, Hatta T, Itoi E. Effect of subcritical glenoid bone loss on activities of daily living in patients with anterior shoulder instability. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105(8):1467-70. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.08.015>
26. McNeil JW, Beaulieu-Jones BR, Bernhardson AS, LeClere LE, Dewing CB, Lynch JR, et al. Classification and analysis of attritional glenoid bone loss in recurrent anterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 2016;45(4):767-74. <https://doi.org/10.1177/0363546516677736>
27. Wolke J, Herrmann DA, Krannich A, Scheibel M. Influence of bony defects on preoperative shoulder function in recurrent anteroinferior shoulder instability. *Am J Sports Med* 2016;44(5):1131-6. <https://doi.org/10.1177/0363546515626541>
28. Dickens JF, Slaven SE, Cameron KL, Pickett AM, Posner M, Campbell SE, et al. Prospective evaluation of glenoid bone loss after first-time and recurrent anterior glenohumeral instability events. *Am J Sports Med* 2019;47(5):1082-9. <https://doi.org/10.1177/0363546519831286>
29. Moroder P, Lachel F, Huettner A, Ernstbrunner L, Minkus M, Boehm E, et al. The effect of scapula tilt and best-fit circle placement when measuring glenoid bone loss in shoulder instability patients. *Arthroscopy* 2017;34(2):398-404. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.08.234>

30. Funakoshi T, Hartzler RU, Stewien E, Burkhart SS. Hill-Sachs lesion classification by the glenoid track paradigm in shoulder instability: Poor agreement between 3-dimensional computed tomographic and arthroscopic methods. *Arthroscopy* 2019;35(6):1743-9. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.12.005>
31. Gowd AK, Liu JN, Cabarcas BC, Garcia GH, Cvetanovich GL, Provencher MT, et al. Management of recurrent anterior shoulder instability with bipolar bone loss: A systematic review to assess critical bone loss amounts. *Am J Sports Med* 2019;47(10):2484-93. <https://doi.org/10.1177/0363546518791555>
32. Yamamoto N, Shinagawa K, Hatta T, Itoi E. Peripheral-track and central-track Hill-Sachs lesions: A new concept of assessing an on-track lesion. *Am J Sports Med* 2019;48(1):33-8. <https://doi.org/10.1177/0363546519886319>
33. Di Giacomo G, Peebles LA, Pugliese M, Dekker TJ, Golijanin P, Sanchez A, et al. Glenoid track instability management score: Radiographic modification of the Instability Severity Index Score. *Arthroscopy* 2020;36(1):56-67. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.07.020>
34. Rossi LA, Frank RM, Wilke D, Provencher M, Millet PJ, Chahla J. Bone loss in the setting of glenohumeral instability: An Expert Consensus Statement using the Modified Delphi Technique. *Arthroscopy* 2020;13:S0749-8063(21)00011-6. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.12.237>