



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

“Santa María de los Buenos Aires”

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

Tesis de doctorado

Ángulos de distalización y lateralización del hombro
en artroplastia inversa y su asociación con resultados
funcionales en artropatía del manguito rotador

Autora

Tamara Dainotto

Directora

Dra. Glenda Ernst

Fecha

Septiembre de 2023

Lugar de trabajo

Hospital Británico de Buenos Aires

AGRADECIMIENTOS

*A mi madre, quien siempre me apoya y acompaña
en todo lo que me propongo.*

*A mi tutora y amiga Glenda,
quien me inspira académicamente desde hace años*

ABREVIATURAS

SIGLAS	DEFINICIÓN
ABC - ROC	Área debajo de la curva - Característica Operativa del Receptor
ABD	Abducción
ADH	Ángulo de distalización humeral
AGH	Artrosis glenohumeral
AI	Artroplastia inversa
AINE	Antiinflamatorio no esteroide
ALH	Ángulo de lateralización humeral
AMR	Artropatía del manguito rotador
ARH	Artroplastia reversa de hombro
ASES	American Shoulder and Elbow Surgeons
BIO-RSA	Artroplastia reversa de hombro con offset aumentado con hueso
CCI	Coeficiente de correlación intraclase
CM	Constant-Murley
DAH	Distancia acromio-humeral
DE	Desvío estándar
E	Especificidad
EA	Elevación anterior
IC	Intervalo de confianza
M	Media
MR	Manguito rotador

OLH	Offset lateral humeral
RE	Rotación externa
RI	Rotación interna
RMN	Resonancia magnética nuclear
S	Sensibilidad
TC	Tomografía computada
VPP	Valor predictivo positivo

RESUMEN

Objetivo: Este trabajo tiene como objetivo principal identificar y evaluar ciertos valores radiográficos preoperatorios y postoperatorios, y su influencia en los resultados funcionales de pacientes tratados con artroplastia reversa de hombro (ARH) por artropatía del manguito rotador (AMR) utilizando un diseño lateralizado con 135° de inclinación. También se analiza la relación entre el sexo y la edad de los pacientes y sus resultados de movilidad postoperatoria.

Métodos: Se realizó un análisis retrospectivo de pacientes tratados por AMR entre 2015 y 2020. Se registraron los datos demográficos de los pacientes, así como el rango de movimiento preoperatorio y posoperatorio. La función se calculó utilizando la puntuación de Constant-Murley tanto antes como después del procedimiento. Se analizaron radiografías anteroposterior y axial pre y postoperatorias del hombro afectado. En las imágenes preoperatorias se calculó: distancia acromiohumeral (DAH) y offset humeral lateral (OLH). Las mediciones postoperatorias incluyeron: DAH, OLH, ángulo de distalización del hombro (ADH) y ángulo de lateralización del hombro (ALH).

Se comparó la movilidad preoperatoria con la postoperatoria y se analizó esta última de acuerdo a la edad y el sexo de los pacientes. Las variables descriptivas continuas se expresaron como media, desvío estándar y rango. Se realizaron análisis de regresión lineal y regresión cuadrática para determinar su grado de asociación con los resultados funcionales finales. Aplicando un análisis de regresión cuadrática y curvas ABC-ROC se determinaron los valores de corte con respecto a los ángulos antes mencionados.

Resultados: Los mejores resultados en elevación anterior (EA) se asociaron con un ADH de 40-45° y un ALH de 80-90°. Los valores óptimos de abducción (ABD) se observaron con un ALH de 90-100°. La movilidad media en esta serie fue de 131.2° para la EA, 35.2° para la rotación externa (RE), 87.1° para la ABD y rotación interna (RI) entre L2-L3. No se identificó

una relación significativa entre la edad y los resultados postoperatorios, ni entre el sexo y la movilidad postoperatoria.

Conclusión: Los hallazgos sugieren que un ADH entre 40-45° y un ALH de 80-100° pueden conducir a un mejor rango de movimiento de EA y ABD en pacientes con AMR tratados con ARH. Además, la edad de los pacientes no parece influir en los resultados funcionales, y no se encontró relación entre la movilidad postoperatoria y el sexo.

Palabras clave: hombro, artroplastia total, manguito rotador, artroplastia reversa, artropatía del manguito rotador

**ABSTRACT - Distalization and lateralization angles of the shoulder
in reverse arthroplasty and its association with functional results in rotator cuff
arthropathy**

Objective: The main objective of this study is to identify and evaluate specific preoperative and postoperative radiographic values and their influence on the functional outcomes of patients treated with reverse shoulder arthroplasty (RSA) for rotator cuff arthropathy (RCA) using a lateralized design with a 135° inclination. The relationship between the patients' sex and age and their postoperative mobility outcomes is also analyzed.

Methods: A retrospective analysis was performed on patients treated for RCA between 2015 and 2020. Patient demographics, as well as preoperative and postoperative range of motion, were recorded. Function was calculated using the Constant-Murley score both before and after the procedure. Pre- and postoperative anteroposterior and axial radiographs of the affected shoulder were analyzed. In the preoperative images, the acromiohumeral distance (AHD) and lateral humeral offset (LHO) were calculated. Postoperative measurements included: AHD, LHO, distalization shoulder angle (DSA), and lateralization shoulder angle (LSA).

Preoperative mobility was compared to postoperative mobility. The latter was analyzed according to the age and sex of the patients. Continuous descriptive variables were expressed as mean, standard deviation and range. Linear regression and quadratic regression analyzes were performed to determine their degree of association with the final functional results. By applying a quadratic regression analysis and ROC curves, the cut-off values were determined with respect to the aforementioned angles.

Results: The best outcomes in forward elevation (FE) were associated with an ADH of 40-45° and an ALH of 80-90°. The optimal abduction (ABD) values were observed with an ALH of 90-100°. The average mobility in this series was 131.2° for FE, 35.2° for external rotation (ER), 87.1° for ABD, and internal rotation (IR) between L2-L3. No significant relationship was found

between age and postoperative outcomes, nor between sex and postoperative mobility.

Conclusion: The results of this study indicate that an ADH between 40-45° and an ALH of 80-100° might be associated with improved ranges of motion in FE and ABD in patients with RCA undergoing RSA. Furthermore, the patients' age does not appear to significantly influence functional outcomes, and no correlation was found between postoperative mobility and sex.

Keywords: shoulder, total arthroplasty, rotator cuff, reverse arthroplasty, rotator cuff arthropathy.

PUBLICACIONES DERIVADAS DEL TRABAJO DE TESIS

1. **Dainotto, T., Gómez, D., & Ernst, G.** (2024). Can distalisation and lateralisation shoulder angles in reverse arthroplasty interfere with the functional results in patients with rotator cuff arthropathy?. *Revista brasileira de ortopedia*, 59(1), e93–e100. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1779609>
2. **Dainotto, T., Ernst, G. E., & Gómez, D.** (2023). Rol de la edad en el postoperatorio de artroplastia reversa de hombro por artropatía del manguito rotador. *Revista Fronteras en Medicina*, 2, 97-100. <https://doi.org/10.31954/RFEM/202302/0097-0100>.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición y epidemiología	15
1.2 Anatomía y biomecánica	17
1.3 Patogenia	23
1.4 Clasificación.....	26
1.5 Diagnóstico	29
1.6 Factores de riesgo	31
1.7 Clínica y examen físico	33
1.8 Tratamiento	37
1.8.a Tratamiento no quirúrgico	37
1.8.b Tratamiento quirúrgico	38
1.8.b.1 Hemiartroplastia.....	38
1.8.b.2 Artroplastia total	40
1.8.b.2.1 Artroplastia total anatómica	40
1.8.b.2.2 Artroplastia total reversa	41

2. ANTECEDENTES Y CONTROVERSIAS45

2.1 Cambios en la demografía de pacientes	45
2.2 Influencia de la edad y el sexo	45
2.3 Medidas radiográficas	46
2.4 Problema de estudio	47
2.5 Implicaciones clínicas y objetivos del estudio	47

2.6 Conclusión.....	48
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	49
3.1 Hipótesis	49
3.2 Objetivo general	49
3.3 Objetivos específicos	50
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
4.1 Descripción del estudio	51
4.1.a Descripción del estudio	51
4.1.b Ámbito del estudio	51
4.1.c Muestra y técnica de muestreo.....	51
4.1.d Justificación del tamaño muestral	52
4.1.e Transparencia metodológica y rigor	52
4.2 Consideraciones éticas	52
4.3 Población de estudio	53
4.3.a Criterios de inclusión.....	53
4.3.b Criterios de exclusión.....	53
4.4 Técnica quirúrgica	54
4.5 Evaluación clínica.....	55
4.6 Evaluación radiográfica	56
4.7 Análisis estadístico de los datos	57
5. RESULTADOS	61

5.1 Población estudiada	62
5.2 Ausencia de relación entre movilidad postoperatoria y sexo	64
5.3 Ausencia de asociación entre la movilidad postoperatoria y la edad	65
5.4 Análisis de correlación entre movilidad y mediciones radiográficas.....	66
5.5 Regresión lineal y componente cuadrático respecto a movilidad y mediciones radiográficas.....	67
5.6 Área debajo de la curva y predicciones con ángulo de distalización humeral $\leq 45^\circ$ y con ángulo de lateralización humeral $\geq 86^\circ$	68

6. DISCUSIÓN	71
6.1 Influencia de los ángulos de lateralización y distalización en los resultados postoperatorios. Controversias.....	71
6.2 Impacto de la distancia acromio humeral en los rangos de movimiento en artroplastia reversa de hombro	72
6.3 Optimizando la lateralización y la distalización en la artroplastia reversa de hombro.....	74
6.4 Relación entre puntaje de Constant-Murley resultante y medidas radiográficas	75
6.5 Relación entre movilidad postoperatoria y características demográficas	75

7. IMPLICANCIAS PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA Y LA INVESTIGACIÓN....	78
--	-----------

7.1 Influencia de los ángulos de lateralización y distalización en los resultados postoperatorios. Controversias.....	78
7.2 Impacto de la distancia acromio-humeral en los rangos de movimiento en artroplastia reversa de hombro.....	78
7.3 Optimizando la lateralización y la distalización en la artroplastia reversa de hombro.....	78
7.4 Relación entre puntaje de Constant-Murley resultante y medidas radiográficas.....	79
7.5 Relación entre movilidad postoperatoria y características demográficas.....	79
8. LIMITACIONES Y FORTALEZAS	80
9. CONCLUSIONES. REFLEXIONES FINALES.....	81
10. ANEXO	82
10.1 Autorización comité de ética.....	82
10.2 Lista de puntos STROBE.....	84
10.3 Escala de Constant-Murley.....	85
11. BIBLIOGRAFÍA	90

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición y epidemiología

La artropatía del manguito rotador (AMR) es una entidad caracterizada por la presencia de tres características morfológicas (Aumiller & Kleuser, 2015; Craig et al., 2020; Feeley et al., 2009):

- Insuficiencia de los músculos del manguito rotador (MR)
- Cambios artrósicos/degenerativos en la articulación glenohumeral (AGH)
- Ascenso y femoralización de la cabeza del húmero

Adams y Smith describieron cerca del 1850, por primera vez, casos documentados de artrosis de la AGH como resultado de una lesión masiva del MR, es decir, aquella causada por lesiones de más de 5 cm en el plano anteroposterior o mediolateral, o bien aquellas que involucran lesiones completas de 2 o más tendones (DeOrio & Cofield, 1984; Gerber et al., 2000)

Posteriormente Codman en el año 1934, publicó una serie con casos similares. Sin embargo, no fue hasta la descripción de Neer y cols en el año 1983 que se definió adecuadamente la entidad de AMR. Propusieron originalmente que, tras una rotura masiva del MR, tanto los factores mecánicos como los nutricionales conducen a la degeneración de la AGH y a la posterior osteopenia de la cabeza del húmero. Sin embargo, este mecanismo no explica por qué sólo algunos pacientes con una lesión masiva del MR desarrollan una AMR. (Codman, 1934; Neer et al., 1983)

La AMR se presenta principalmente con omalgia, rigidez, limitación de la función del hombro (Craig et al., 2020). Estos síntomas son comunes, y afectan a entre el 5% y el 21% de los adultos en Estados Unidos y en los países occidentales (Breivik et al., 2006). La AMR de hombro es la causa subyacente del dolor de hombro en el 2% al 5% de este grupo (Meislin

et al., 2005), aunque se han realizado pocos estudios poblacionales (DeOrio & Cofield, 1984; Gerber et al., 2000)

Se encuentra relacionada con la edad; generalmente ocurre en mayores de 70 años, a predominio del lado hábil, generando una morbilidad significativa en este grupo de pacientes. (Jensen et al., 1999)

Aunque la etiología de la AMR no se encuentre establecida, resulta evidente que se trata de una afección difícil de tratar, por lo cual las técnicas quirúrgicas para su tratamiento siguen evolucionando. (Nam et al., 2012)

1.2 Anatomía y biomecánica

La AGH está formada por la cabeza del húmero y por la glena, perteneciente a la escápula. Es la articulación más móvil del cuerpo humano. En la imagen 1 se ejemplifica el rango de movilidad de dicha articulación. La primera figura muestra el ángulo de extensión hasta 50° , la segunda figura corresponde a la flexión o elevación anterior (EA) que alcanza los 180° , y finalmente se muestra la abducción (ABD), también hasta los 180° .

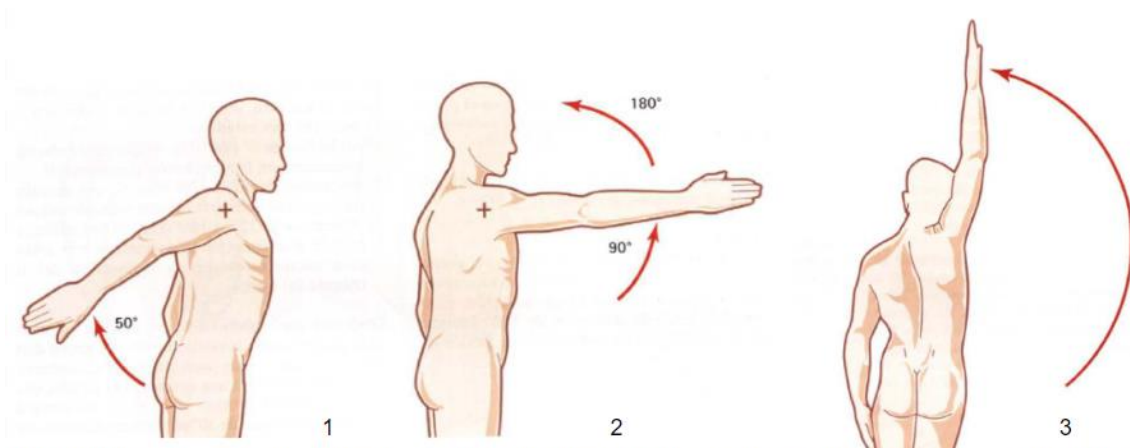


Imagen 1. Rango de extensión, flexión y abducción. Extraída de "Kapandji, I. A. Fisiología Articular. Tomo 1: Miembro superior (Edición 6). Panamericana. (2006)"

En cuanto a las rotaciones, en la imagen 2 se observa el rango de rotación externa (RE) que alcanza los 80° , mientras que la rotación interna (RI) logra los 110° de amplitud. Tal y como se observa en la figura 2 de esta imagen, el rango de RE más utilizado es el comprendido entre la posición anatómica clásica (RE de 0°) y la RI de 30° (Kapandji, 2006)

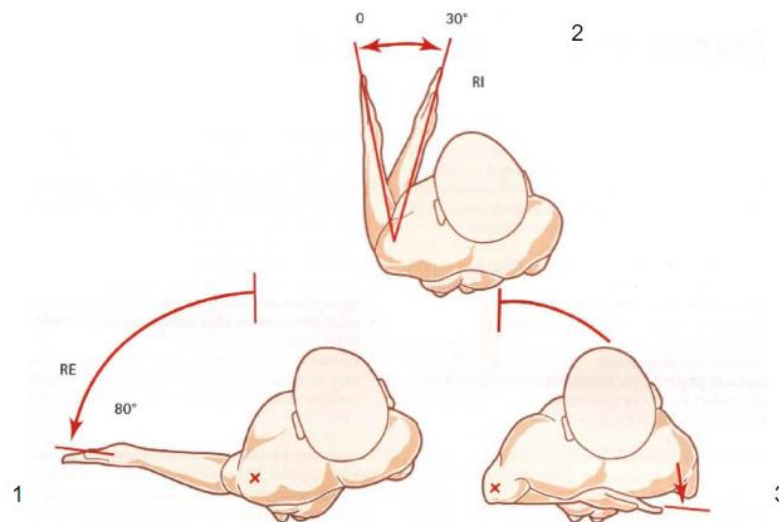


Imagen 2. 1: Rango de rotación externa; 2: Rango más utilizado de rotación externa; 3: Rango de rotación interna. Extraída de “Kapandji, I. A. *Fisiología Articular. Tomo 1: Miembro superior (Edición 6). Panamericana. (2006).*”

Esto es debido a sus mecanismos estabilizadores (Kapandji, 2006; Nam et al., 2012). Carece de importantes restricciones óseas intrínsecas, ya que el área de contacto entre el húmero y la glena es relativamente limitada (Gumina, 2016). Es por esto que la estabilidad de la articulación depende principalmente de elementos cápsulo-ligamentarios, del labrum glenoideo, y de tendones y músculos esqueléticos. Los elementos estabilizadores estáticos más importantes son el complejo cápsulo-labral con sus refuerzos ligamentosos. Su función es oponerse a la traslación articular por la tensión que poseen y mediante la producción de compresión entre los extremos articulares. El ligamento glenohumeral inferior es el más importante en este sentido. Además, la presión negativa de 5 mmHg dentro de la cápsula articular glenohumeral, mantenida por la presencia de líquido sinovial dentro de un compartimento cerrado, actúa también como un elemento de restricción estática. (Gumina, 2016; Kapandji, 2006)

La estabilización dinámica se encuentra dada por los músculos que rodean al hombro, especialmente por los que conforman el MR, gracias a su posición y orientación respecto a la AGH. Cuando el brazo se encuentra en reposo en posición neutra, se aplica la subdivisión clásica de los tendones del MR en rotadores externos (supraespinoso, infraespinoso, redondo

menor) y rotador interno (subescapular) (Gumina, 2016; Bigliani 2003; Friedman RJ 1997) siendo los estabilizadores dinámicos más importantes de la AGH mediante los vectores de coaptación que forman (An K, Morrey B, 1990).

Estos vectores trabajan de manera conjunta para equilibrar las fuerzas y estabilizar la articulación del hombro, permitiendo así un movimiento adecuado y evitando la luxación o subluxación y se encuentran ejemplificados en las imágenes 3 y 4.

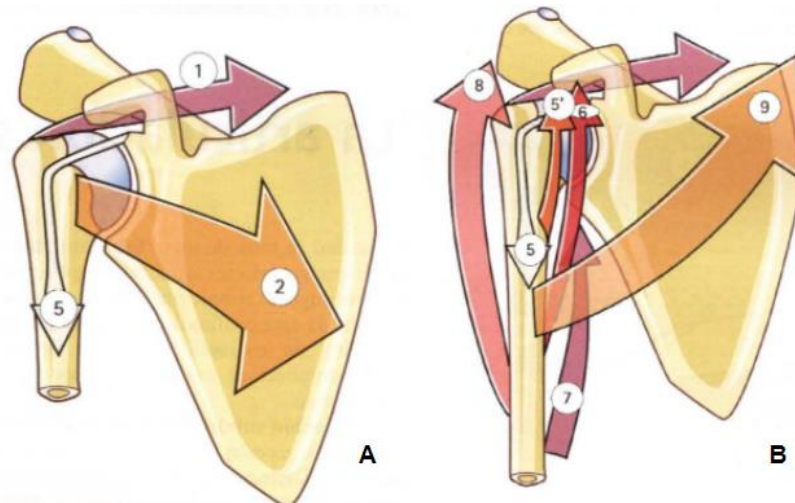


Imagen 3. Vectores anteriores de coaptación. **A)** 1: músculo supraespinoso; 2: músculo subescapular; 5: tendón de porción larga del músculo bíceps braquial. **B)** 6: músculo coracobraquial; 8: músculo deltoides; 9: músculo pectoral mayor. Extraída de "Kapandji, I. A. *Fisiología Articular. Tomo 1: Miembro superior* (Edición 6). Panamericana (2006)."

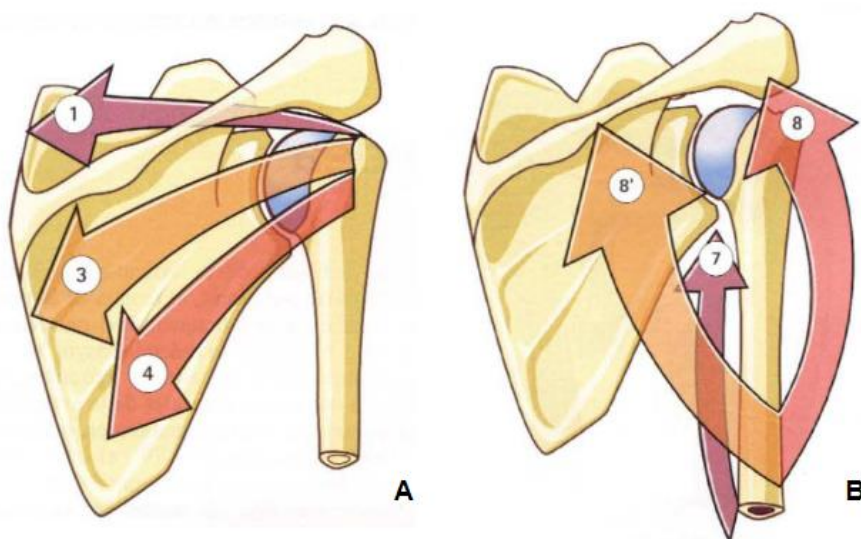


Imagen 4. Vectores posteriores de coaptación. **A)** 1: músculo supraespinoso; 3: músculo infraespinoso; 4: músculo redondo menor. **B)** 7: músculo tríceps braquial; 8: músculo deltoides. Extraída de "Kapandji, I. A. *Fisiología Articular. Tomo 1: Miembro superior* (Edición 6). Panamericana (2006)."

El supraespinoso actúa como rotador externo durante la ABD y como rotador interno durante la flexión del brazo. Proporciona el 50% de la fuerza de separación y de elevación del hombro, pero solamente puede separar 30° el brazo dado su brazo corto de palanca, por lo que se requiere de la acción del deltoides para conseguir la EA completa total del hombro. Este músculo transcurre desde la fosa supraespinosa hacia el troquíter. (Friedman RJ, 1997)

El músculo subescapular se origina en la cara anterior de la escápula y termina principalmente en la tuberosidad menor del húmero, mientras que una pequeña porción termina en la tuberosidad mayor. (Gumina, 2016) La RI está causada por la contracción del subescapular inferior. Las funciones secundarias del subescapular cambian dependiendo de la posición de la cabeza del húmero con respecto a la escápula, pudiendo actuar como abductor, flexor, extensor y depresor.

Por el contrario, la parte inferior del infraespinoso y del redondo menor actúan como los rotadores externos más potentes de la AGH y también como abductores. El infraespinoso y el redondo menor se originan en la fosa infraespinosa para insertarse en la región posterior e inferior del troquíter, respectivamente. (Ackland & Pandy, 2011)

Es importante destacar que tanto el infraespinoso como el redondo menor actúan como depresores de la cabeza del húmero. (Sharkey & Marder, 1995)

Los músculos del RM comprimen activamente la cabeza humeral convexa dentro de la glenoides cóncava, especialmente durante la mitad y el final de la amplitud del movimiento del hombro. Este concepto clave se ha acuñado como concavidad-compresión. A través de este mecanismo, la musculatura del hombro se convierte en el principal estabilizador de la AGH a medida que el brazo se mueve a través de posiciones en las que las estructuras capsuloligamentosas son laxas. Esta estabilidad dinámica también depende de la interacción entre el músculo deltoides, que proporciona un vector de fuerza hacia arriba, y el MR, cuyo vector de fuerza neto es dirigido hacia abajo y de compresión, mientras que el deltoides proporciona una fuerza dirigida hacia arriba. (Parsons et al., 2002)

El vector resultante de las acciones del MR en el hombro es de dirección inferior, contrarrestando la acción de ascenso que en condiciones normales es de hasta 2 mm, pudiendo llegar a 6mm en casos patológicos. (Poppen & Walker, 1976)

La pérdida de la integridad del MR conduce a la migración superior de la cabeza del húmero sobre la glenoides, provocando tanto una alteración de la biomecánica de la AGH como un cambio en el entorno intraarticular normal que contribuye a la estabilidad cohesiva de la articulación, tal y como se evidencia en la siguiente ilustración. (Imagen 5)

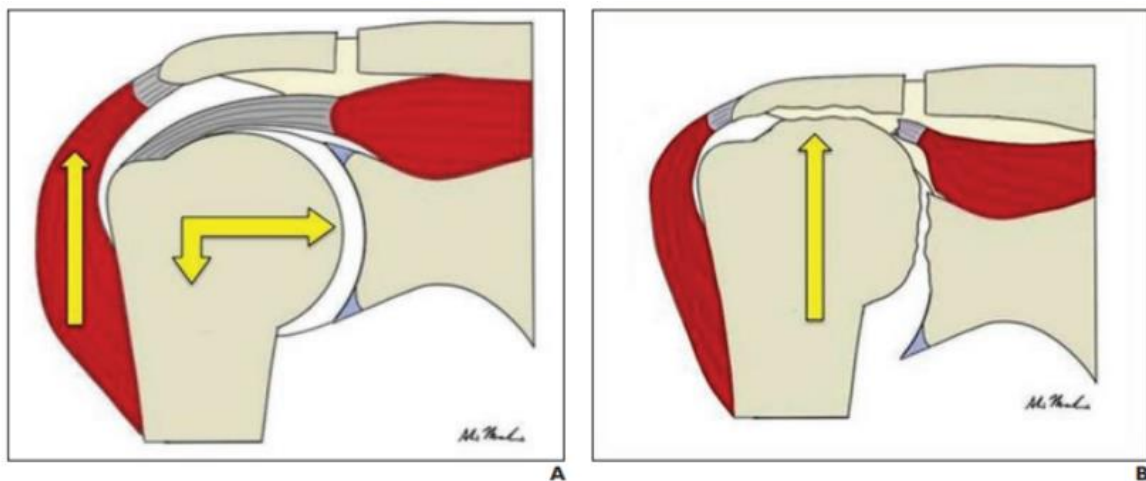


Imagen 5. Manguito rotador. **A)** Biomecánica del manguito rotador. El dibujo muestra que el vector de fuerza neta inferior y compresivo (flecha doble) del manguito rotador está equilibrado por el vector de fuerza neta superiormente dirigida del músculo deltoides.

B) Insuficiencia del manguito rotador. El dibujo ilustra la migración superior de la cabeza humeral y cambios degenerativos de la articulación glenohumeral que sugieren insuficiencia del manguito rotador. Extraída de "[Eajazi A et al. Rotator Cuff Tear Arthropathy: Pathophysiology, Imaging Characteristics, and Treatment Options. AJR Am J Roentgenol. \(2015\)](#)"

Asimismo, la estabilidad dinámica de la articulación es también el resultado del sincronismo entre los músculos escapulatorácicos y los músculos del MR. Los músculos escapulatorácicos (trapecio, serrato anterior, romboides mayor y menor, y elevador de la escápula) favorecen la retroalimentación de los músculos del MR y los ligamentos glenohumerales, al tiempo que ayudan a evitar la subluxación articular. (Parsons et al., 2002)

En síntesis, para lograr una adecuada movilidad glenohumeral se requiere la integridad de las estructuras estabilizadoras estáticas, una correcta función del MR y una coordinación de toda la musculatura del hombro para orientar adecuadamente la escápula.

1.3 Patogenia

Se han postulado diversas teorías para explicar la fisiopatología de la AMR. (Aumiller & Kleuser, 2015; Craig et al., 2020; Feeley et al., 2009; Nam et al., 2012)

En 1981, Halverson y McCarty y cols. acuñaron el término “síndrome del hombro de Milwaukee” y plantearon la hipótesis de que la AMR era una artropatía inflamatoria, debido a la identificación de cristales básicos de fosfato de calcio como la hidroxipatita en la sinovia y el cartílago articular. La hipótesis explicaba que la fagocitosis de estos cristales daba lugar a una mayor degeneración del tejido, provocando a su vez la liberación de más cristales, propagando así degeneración e inestabilidad articular progresiva.

Así pues, esta etiología propuesta implica que el MR no se desgarrar realmente en este tipo de artropatía, sino que experimenta un proceso fisiológico de degeneración grave debido a la inflamación generada por el proceso de fagocitación de cristales. Las células sinoviales fagocitan los cristales, liberando prostaglandinas y proteasas que destruyen el cartílago articular. Un ciclo de retroalimentación positiva acelera la degeneración del MR y el tendón del bíceps, lo que conduce a la degeneración de la AGH. (McCarty et al., 1981)

En 1983, Codman y posteriormente Neer propusieron la hipótesis de que la rotura masiva del MR era un factor desencadenante del desarrollo de la artropatía del manguito. Según ellos, tanto los factores mecánicos como los nutricionales contribuyen a la progresión de esta afección. Sugirieron que la artropatía es la etapa final de una lesión crónica del manguito que expone una gran superficie articular en la cabeza del húmero, lo que altera la biomecánica articular a medida que la cabeza humeral asciende y entra en contacto con el acromion y la articulación acromioclavicular, conduciendo al deterioro de las superficies articulares del húmero y la glena. El desequilibrio generado por un MR insuficiente provoca un desbalance en el acoplamiento de fuerzas y predomina el vector de fuerza formado por el deltoides, generando la migración proximal de la cabeza humeral proximal, resultando en su desgaste,

con posterior erosión de la fosa glenoidea, el acromion y de la articulación acromioclavicular y la coracoides. (Codman, 1934; Neer et al., 1983)

La teoría mecánica está apoyada por Burkhart en cuanto al desacople de los pares de fuerzas que da lugar a la traslación anterosuperior de la cabeza del húmero con el intento de elevación del hombro.(Burkhart SS, 1992)

Asimismo, se genera la pérdida del mecanismo de concavidad-compresión con disminución de la presión negativa dentro de la AGH y con fuga de líquido sinovial hacia el espacio subacromial disminuyendo la nutrición del cartílago articular lo que dificultaría la difusión del líquido sinovial en el cartílago articular; por consiguiente, el cartílago estará mal nutrido y se atrofiará fácilmente (Codman, 1934; Neer et al., 1983) Además, la difusión del fluido en el cartílago se vería aún más dificultada por la disminución de la amplitud de movimiento causada por el dolor del hombro debido a la rotura del MR. Esto llevaría a la osteopenia por desuso, determinando la atrofia del cartílago articular y el colapso del hueso subcondral.

Sin embargo, aunque se han propuesto numerosos mecanismos patológicos para el desarrollo de la AMR, continúa siendo un desafío establecer por qué sólo algunos pacientes con un desgarró masivo del MR evolucionan hacia artropatía o por qué pacientes con resultados radiográficos similares pueden tener presentaciones clínicas muy variables, incluida la permanencia de la EA activa completa del hombro en algunos casos. Para nombrar algunos ejemplos, Neer describió que el 4% de las lesiones de manguito evolucionan a artropatía, dependiendo del tamaño de la lesión (Neer et al., 1983). Sin embargo, la literatura es controversial respecto a este punto. Según el estudio de Apoil y cols., se observó una incidencia del 25% de artropatía en una cohorte de 56 pacientes seguidos durante un período de 10 años. (Apoil and Augereau, 1990) Rockwood en un estudio con 53 pacientes con ruptura masiva e irreparable del MR, encontró que ninguno de ellos desarrolló artropatía después de un tratamiento de acromioplastia y desbridamiento durante un seguimiento de 6 años y medio (Rockwood et al., 1995)

1.4 Clasificación

La artrosis de hombro suele provocar un estrechamiento del espacio articular glenohumeral debido a la degeneración del cartílago articular y del hueso subcondral, y al engrosamiento de la cápsula articular (Breivik et al., 2006). La clasificación de Hamada, ejemplificada en la imagen 6, detalla las diferentes etapas de la lesión masiva del MR detectadas en radiografía, donde cada grado demuestra cambios en la progresión de la artropatía, mientras que la clasificación de Seebauer se refiere a una descripción biomecánica de la artropatía, donde cada estadio se distingue por el grado de migración superior del centro de rotación y de inestabilidad (Hamada et al., 1990; Visotsky et al., 2004). Aunque la clasificación de Hamada incluye la degeneración de la articulación glenohumeral, no aborda los cambios morfológicos en la glenoide.

Sin embargo, hasta la fecha no existe un acuerdo general sobre qué sistema de clasificación debe utilizarse.

La clasificación de **Hamada** divide la patología en cinco estadios:

- Estadio 1: El intervalo acromiohumeral es > 6 mm.
- Estadio 2: El intervalo acromiohumeral es ≤ 5 mm.
- Estadio 3: El intervalo acromiohumeral es ≤ 5 mm y hay acetabulización del arco coracoacromial.
- Estadio 4: La AGH se estrecha, ya sea sin acetabulización (estadio 4a) o con acetabulización (estadio 4b).
- Estadio 5: La osteonecrosis de la cabeza humeral provoca un colapso.



Imagen 6. Clasificación de Hamada agrupada según los estadios. Extraída de "Brolin TJ, Updegrave GF, Horneff JG. Classifications in Brief: Hamada Classification of Massive Rotator Cuff Tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2017"

Clasificación de **Seebauer** (Imagen 7):

- Estadio 1a: Articulación estable con mínima migración debido a una contención intacta con la presencia de acetabulización del arco coracoacromial y femoralización de la cabeza humeral.
- Estadio 1b: Agrega la presencia de erosión medial de la glena que compromete la estabilidad de la articulación, pero se mantiene contenida.
- Estadio 2a: Se observa traslación superior de la cabeza humeral y migración del centro de rotación de la articulación por pérdida de contención anterior, se mantiene mínimamente estable por la presencia del arco coracoacromial
- Estadio 2b: Se presenta con escape anterosuperior de la cabeza humeral por pérdida de su contención anterior del arco coracoacromial.

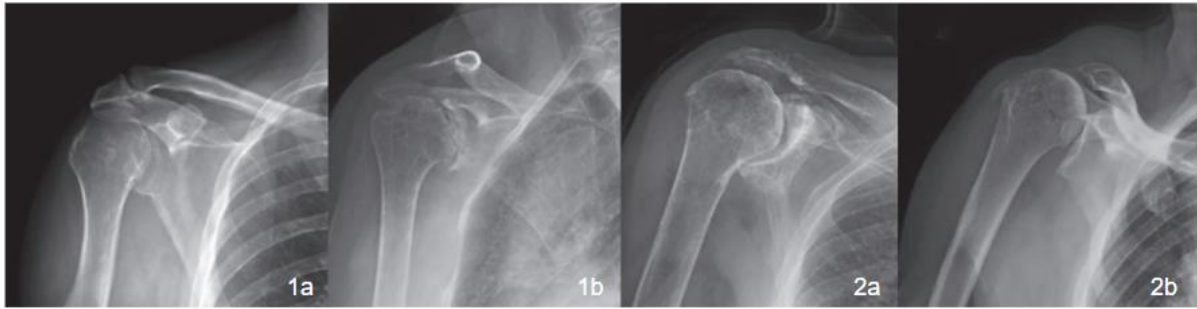


Imagen 7. Clasificación de Seebauer. Extraída de "Eajazi A, Kussman S, LeBedis C, et al. Rotator Cuff Tear Arthropathy: Pathophysiology, Imaging Characteristics, and Treatment Options. AJR Am J Roentgenol. (2015)"

Una tercera clasificación para la AMR es la de Favard, ilustrada en la imagen 8, menos frecuentemente utilizada, basada en la descripción de 3 grupos (Favard et al., 1997):

- Grupo 1: este grupo se caracteriza por migración hacia arriba de la cabeza del húmero generando estrechamiento del espacio articular glenohumeral superior, lo que modifica la forma del acromion a causa de la huella de la cabeza humeral
- Grupo 2: estrechamiento del espacio articular glenohumeral central, con poca alteración de la forma del el acromion
- Grupo 3: caracterizado por la presencia de signos de destrucción ósea en forma de lisis de la cabeza o del acromion. El espacio articular glenohumeral es mínimo o inexistente.

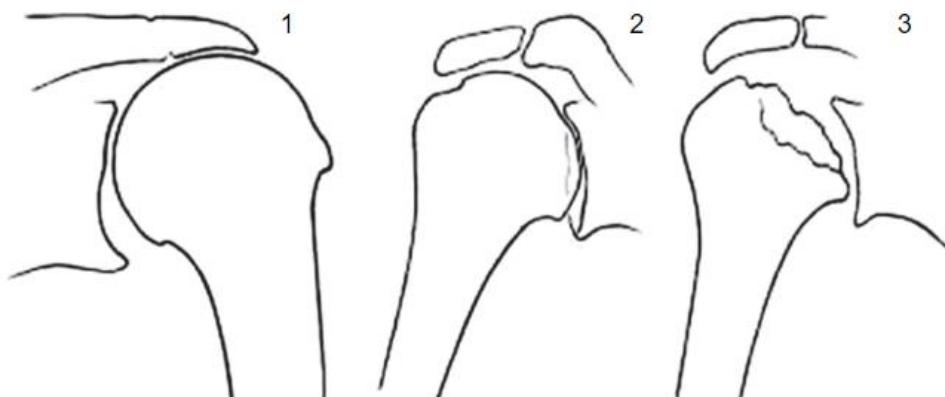


Imagen 8. Clasificación de Favard. Extraída de "Favard et al., OA with massive RCT: the limitations of its current definitions. En: *The Cuff*, editado por Gazielly D, Elsevier. (1997)"

1.5 Diagnóstico

Aparte de un exhaustivo examen clínico, es fundamental contar con herramientas de diagnóstico por imagen. Las incidencias radiográficas anteroposterior y axial de escápula muestran hallazgos característicos frecuentemente, y es por eso que es el primer estudio solicitado (Nam et al., 2012). El hallazgo típico es el ascenso de la cabeza humeral, con disminución del espacio entre el acromion y la parte superior de la cabeza y articulando esta misma con la mitad superior de la cavidad glenoidea únicamente.

Se puede observar la alteración del arco continuo que normalmente existe entre el cuello del húmero con el de la escápula y la formación de osteofitos en los puntos de contacto entre cabeza humeral y fosa glenoidea (Aumiller & Kleuser, 2015).

La cabeza humeral típicamente presenta un área de colapso proximal, y frecuentemente se logra observar la erosión de la cara inferior del acromion producida por la cabeza humeral ascendida, acompañando en ocasiones al extremo distal de la clavícula y la articulación acromioclavicular. Se puede ver la desaparición de la escotadura bicipital (Aumiller & Kleuser, 2015; Ramirez et al., 2012).

Posteriormente, en casos más graves, se produce la acetabulización del arco coracoacromial con erosión de la glena superior, la femoralización de la cabeza del húmero por el desgaste de las tuberosidades, y en algunos casos deriva en una subluxación fija de la cabeza humeral (Aumiller & Kleuser, 2015; Harman et al., 2005; Ramírez et al., 2012).

Otro método diagnóstico que puede ser empleado, aunque no es imprescindible, es la resonancia magnética nuclear (RMN). Es útil para evaluar el estado del MR. Los aspectos clave para la planificación preoperatoria son la extensión la extensión del desgarró, la integridad del cartílago articular y la presencia de infiltración grasa de los músculos (Goutallier et al., 1994). La infiltración muscular grasa por desuso puede producirse tras un desgarró

crónico y masivo del MR, pero la infiltración también puede indicar la presencia de una compresión patológica del nervio. En ocasiones se evidencia una la imagen que representa la efusión que forma el quiste acromioclavicular. El uso de la RMN también puede ser de importancia para descartar otros diagnósticos diferenciales.

La tomografía computarizada (TC) de la articulación GH proporciona información preoperatoria útil sobre el stock óseo y la inclinación de la glenoides. Si se observa un desgaste subacromial considerable en las radiografías, una TC puede evaluar la competencia del arco coracoacromial.(Jomaa et al., 2023)

Aunque, si bien la RMN o la TC facilitan la confirmación de la presencia de insuficiencia del MR y son útiles para planificación preoperatoria, a menudo no son necesarios para el diagnóstico.

1.6 Factores de riesgo

Varios factores de riesgo han sido identificados como contribuyentes clave en el desarrollo de esta afección (Nam et al., 2012). Comprender estos factores de riesgo es fundamental para la prevención y el manejo efectivo de esta condición. Dentro de los mismos se encuentran:

- Género femenino: La ARM resulta más frecuente en mujeres. McCarty reportó datos de cinco estudios con una prevalencia femenina del 77% al 100% (McCarty, 1991; Nam et al., 2012). Esta prevalencia también puede deberse a que las mujeres viven más tiempo que los hombres (Rochelle et al., 2015). Además, el porcentaje de mujeres con hiperlaxitud articular es mayor que el de los hombres, aumentando así el riesgo de inestabilidad el cual es mayor porque la masa muscular en las mujeres está menos representada (Cameron et al., 2010; Kasper et al., 2004)
- Lesión masiva de MR: Una lesión no reparada o asintomática puede progresar a una masiva, conduciendo a artropatía por la pérdida de la compresión dinámica del MR sobre la glena (Clement et al., 2012; Nam et al., 2012).
- Edad avanzada: La edad avanzada incrementa el riesgo de AMR, con una prevalencia del 26.5% entre los 70-79 años y del 360.6% en pacientes de entre 80 a 89 años (Minagawa et al., 2013).
- Alta actividad: Ocupaciones asociadas con un gran volumen de uso de los miembros superiores se correlacionan con el desarrollo de patología de hombro que pueden resultar en lesiones en el MR, especialmente en aquellos trabajadores que realizan actividades por encima de la cabeza de forma frecuente (Svendsen et al., 2004).
- Traumatismo de hombro: La energía asociada a un traumatismo de hombro puede

generar lesión en los tendones del MR (Turman et al., 2010).

- Tabaquismo: Los pacientes que fuman pueden estar predispuestos a la AMR, según un estudio cadavérico realizado sobre 36 especímenes, que reportó que la AMR fue dos veces más probable en pacientes con antecedentes de tabaquismo (Kane et al., 2006).

1.7 Clínica y examen físico

Habitualmente se trata de pacientes de edad avanzada, con un historial de omalgia que empeora progresivamente, acompañada de desmedro en la capacidad funcional articular (Kane et al., 2006; Turman et al., 2010). Suelen ser cuadros de larga evolución, aunque en algunos casos los pacientes refieren un empeoramiento sintomático a partir de un traumatismo. El dolor puede irradiarse a la cara anterior del hombro y hacia la inserción distal del deltoides y con frecuencia aumenta por la noche.

La exploración física comienza con una inspección visual de la articulación del hombro (Gumina, 2016; Nam et al., 2012). Lo más habitual es observar una marcada atrofia de la musculatura del hombro, especialmente de los músculos supraespinoso e infraespinoso, como se puede observar en la imagen. Los pacientes con AMR pueden presentar un escape anterosuperior de la cabeza del húmero, signo que indica un subescapular y un supraespinoso deficientes. Estos dos signos se pueden observar en las siguientes imágenes 9 y 10 respectivamente.



Imagen 9. Atrofia de los músculos supraespinoso e infraespinoso.



Imagen 10. Escape anterosuperior estático de húmero proximal.

En ocasiones, puede observarse un "signo del líquido", o hinchazón del hombro, resultante del aumento de la presión del líquido en la bursa subacromial.

En algunas ocasiones se evidencia una formación localizada en la región acromioclavicular, denominada quiste acromioclavicular. Se trata de una efusión de líquido sinovial a través del MR lesionado. Pueden verse áreas de equimosis a partir de derrames hemorrágicos (Kuroda et al., 2001).

El rango de movilidad articular, tanto pasivo como activo, debe ser evaluado. Estará limitado por la debilidad, el dolor y la rigidez, aunque esto dependerá del estadio en el cual se encuentre la artropatía y del trofismo muscular. Mientras que algunos pacientes logren rangos funcionales de movimientos, otros pueden presentar pseudoparálisis, descrita como EA activa menor de 90° o limitación global de la movilidad (Boileau et al., 2008).

La evaluación de la fuerza del tendón individual mediante pruebas clínicas como el abrazo de oso o los signos de presión del vientre indicarán un desgarramiento superior del supraespinoso, como se puede evidenciar en las figuras 1 y 2 de la imagen 11. Por otra parte, en las siguientes dos figuras de dicha imagen se observan, la evaluación de la RE y la maniobra de Jobe, que en caso de estar ambas presentes indican la presencia de un manguito postero-superior insuficiente (Jain et al., 2013).

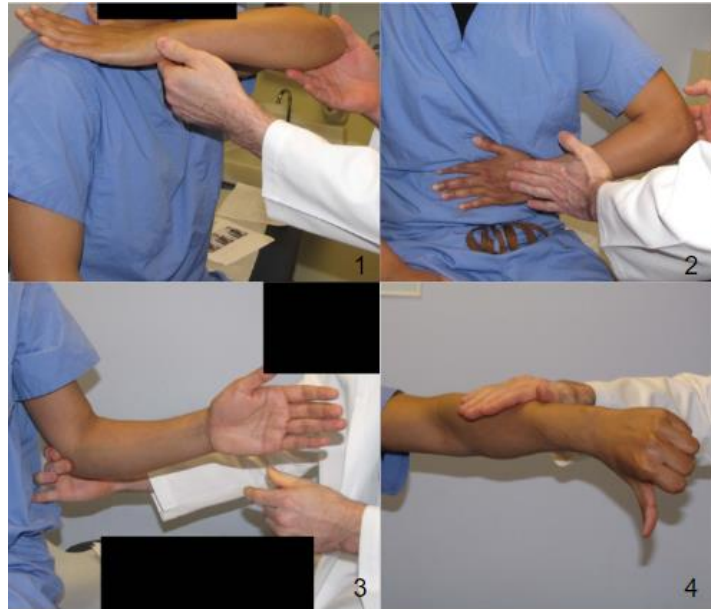


Imagen 11. Maniobras de evaluación del manguito rotador. 1: Abrazo de oso; 2: presión de vientre; 3: evaluación de rotación externa; 4: Jobe. Extraída de "Jain NB, Wilcox RB 3rd, Katz JN, Higgins LD. *Clinical examination of the rotator cuff*. PM R. (2013)."

Individualmente los músculos del MR pueden ser evaluados con maniobras específicas:

- El **supraespinoso** puede evaluarse aplicando una presión resistida hacia abajo con el hombro abducido a 90° en el plano de la escápula, el codo en extensión y el brazo en RI máxima, prueba conocida como maniobra de Jobe, representada previamente en la imagen 11.4
- El **infraespinoso** puede evaluarse probando la fuerza de RE con el brazo en 0° de ABD y el codo flexionado a 90°.
- La prueba de despegue o *lift off*, descrita por Gerber y Krushell (Imagen 12.1), se utiliza para evaluar la fuerza del **subescapular**. Con el brazo en RI máxima y el dorso de la mano apoyado en la región lumbar, se evalúa el movimiento resistido lejos del cuerpo, o bien el examinador puede evaluar la capacidad del paciente para mantener esta posición efectuando una resistencia con su mano. Otra maniobra es la de Napoleón, por la cual el paciente efectúa una compresión abdominal con la palma de la mano y la muñeca en posición neutra y el codo anterior al tórax. Si la muñeca se

flexiona de forma involuntaria o si el codo cae por detrás del tórax cuando se presiona contra el abdomen, indica un desgarro del subescapular.

- Por último, el **redondo menor** se evalúa probando la RE resistida del brazo con el hombro en 90° de ABD en el plano de la escápula y el codo en 90° de flexión. La incapacidad para mantener la RE, o la dificultad para llevar la mano a la boca sin ABD del hombro se conoce como signo positivo del soplador de cuerno. (Imagen 12.2)



Imagen 12. Maniobras de evaluación del manguito rotador. 1: Maniobra de despegue; 2: maniobra de soplador de cuerno. Extraída de “Jain NB, Wilcox RB 3rd, Katz JN, Higgins LD. *Clinical examination of the rotator cuff*. PM R. (2013).”

Los pacientes con AMR suelen experimentar dolor y debilidad al intentar realizar estas pruebas de fuerza, o bien imposibilidad para efectuarlas.

1.8 Tratamiento

1.8.a Tratamiento no quirúrgico

El tratamiento inicial de la artropatía por desgarro del MR debe comenzar con medidas conservadoras. Dentro de las mismas se encuentran:

- Modificación de la actividad
- Los analgésicos y antiinflamatorios: Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) tópicos pueden ser apropiados para los pacientes que no toleran los AINE orales (American Geriatrics Society Panel on Pharmacological Management of Persistent Pain in Older Persons, 2009; Nam et al., 2012).
- Las inyecciones intraarticulares de corticosteroides pueden ser eficaces inicialmente, aunque se desaconseja repetir las inyecciones debido a la disminución de su utilidad y al posible aumento del riesgo de infección (Buchbinder et al., 2003); (van der Windt & Bouter, 2003).
- Las inyecciones en la bursa subacromial de hialuronato sódico con corticosteroides han dado lugar a una mayor mejoría funcional que las inyecciones de corticosteroides solas en pacientes con rotura del MR (Byun et al., 2012).
- No ha sido demostrado que haya efecto beneficioso para la artrosis GH con inyección intraarticular de ácido hialurónico sobre placebo (Blaine et al., 2008).
- El tratamiento con fisiokinesioterapia.

Estas opciones no quirúrgicas pueden reducir el dolor y la debilidad del hombro y mejorar la amplitud de movimiento o lograr un rango funcional para realizar las actividades de la vida diaria. (Nam et al., 2012)

1.8.b Tratamiento quirúrgico

El principal objetivo del tratamiento quirúrgico es lograr eliminar el dolor preservando el movimiento del hombro y la supervivencia protésica a largo plazo (Nam et al., 2012).

La cirugía de reemplazo articular es el tratamiento quirúrgico de elección. Las opciones quirúrgicas varían con respecto a la cantidad de restricción inherente al diseño de la prótesis. En general, los implantes con mayor restricción proporcionan una mayor estabilidad inicial, pero a expensas del movimiento del hombro y con menor supervivencia del implante (Nam et al., 2012; Gumina, 2016).

La cirugía puede consistir en (Craig et al., 2020):

- el reemplazo de la cabeza del húmero (hemiartroplastía)
- el reemplazo de la cabeza del húmero y la glenoide (reemplazo total del hombro), bien con implantes en posición similar a la anatómica (prótesis total anatómica) o bien con componentes en una configuración invertida (prótesis total invertida)

1.8.b.1 Hemiartroplastía

Antes de la expansión del uso de la artroplastía reversa de hombro (ARH), la hemiartroplastía era el tratamiento quirúrgico convencional para la ARM. Aunque Neer y cols. informaron inicialmente de resultados satisfactorios según "criterios limitados" en pacientes artroplastía total de hombro para la AMR, la preocupación por el aflojamiento del componente glenoideo hizo que la hemiartroplastía se convirtiera en la prótesis de elección, ya que el riesgo de fracaso del componente glenoideo se evita al sustituir sólo la superficie articular del húmero. (Craig et al., 2020; Sanchez-Sotelo et al., 2001)

Actualmente, la hemiartroplastía continúa siendo una opción viable para el tratamiento de la artropatía por desgarro del MR, especialmente en los pacientes que han sobrellevado la

deficiencia del MR y han mantenido un rango funcional de movimiento del hombro antes de la operación.(Nam et al., 2012)

Williams y Rockwood informaron de los resultados de la hemiartroplastia en veintiún pacientes con artropatía del MR reportando que el 86% de los pacientes tuvieron un resultado satisfactorio, luego de una media de cuarenta y ocho meses tras la intervención, y ninguno de los pacientes requirió una artroplastia de revisión (Williams & Rockwood, 1996) Del mismo modo, Zuckerman y cols. evaluaron los resultados de la hemiartroplastia en quince pacientes con artropatía por desgarro del MR y descubrieron que el 87% estaban satisfechos con el resultado a los 28 meses postoperatorios (Zuckerman et al., 2000).

A pesar de ello, persisten preocupaciones asociadas al uso de la hemiartroplastia en casos de AMR, tales como el riesgo de reabsorción de la glenoide y el acromion, así como la mejora limitada en la movilidad del hombro. Sánchez-Sotelo y cols. informaron de inestabilidad anterosuperior en siete de treinta pacientes con artropatía por desgarro del MR tratados con hemiartroplastia, y sólo el 67% de los procedimientos se consideraron exitosos en una media de cinco años después de la operación (Craig et al., 2020; Sanchez-Sotelo et al., 2001)

Un número limitado de estudios ha presentado los resultados a medio y largo plazo de la hemiartroplastia para la AMR o la AGH con una rotura masiva del manguito. Goldberg y cols. realizaron un seguimiento de 34 pacientes con AMR tratados con hemiartroplastia durante una media de 3,7 años y reportaron que el 76% presentó mejoras sustanciales en la EA y la RE. Los resultados satisfactorios se asociaron a la capacidad del paciente de elevar activamente más allá de los 90° antes de la operación.(Goldberg et al., 2008) En un estudio de 33 pacientes con artritis glenohumeral e insuficiencia del manguito tratados con hemiartroplastia, Sánchez-Sotelo y cols. demostraron una disminución de las puntuaciones de dolor y una mejora de la amplitud de movimiento en una media de 5 años de seguimiento. El escape anterosuperior, que se asoció a una descompresión subacromial previa, se encontró en 7 hombros (Craig et al., 2020; Sanchez-Sotelo et al., 2001) . Arntz y cols.

excluyeron a los pacientes que no tenían un arco coracoacromial intacto de su estudio de 23 hemiartroplastias en pacientes con AMR y también encontraron mejoras significativas en el dolor, la función y la amplitud de movimiento, con 3 pacientes sometidos a revisión por dolor. El ligamento coracoacromial actúa como una importante restricción superior a la traslación de la cabeza humeral en un hombro con deficiencia de manguito con una cabeza nativa o una prótesis de hemiartroplastia. (Arntz et al. 1993; Hockman et al. 2004)

1.8.b.2 Artroplastia total

- 1.8.b.2.1 Artroplastia total anatómica

Los diseños anatómicos que implican la sustitución de la cabeza del húmero son más funcionales con un arco coracoacromial intacto, por lo que los pacientes que se han sometido previamente a una acromioplastia o a la sección del ligamento coracoacromial corren el riesgo de que se produzca un escape anterosuperior de la cabeza del húmero (Young et al., 2009).

En los casos de roturas del MR, es fundamental realizar un protocolo de rehabilitación para fortalecer el músculo deltoides. Asociado a esto, se debe intentar reparar la rotura, considerando también el aumento con injerto sintético o aloinjerto. La inestabilidad del hombro debe tratarse quirúrgicamente si no hay una artropatía establecida. (Huri et al., 2019; Yilmaz et al., 2020)

Una rotura irreparable de los tendones del MR es una contraindicación para las prótesis anatómicas debido a la migración anterior del componente humeral que presiona la parte proximal del componente glenoideo provocando un movimiento de balanceo ("rocking horse") y posterior dislocación (Feeley et al., 2009; Mattei et al., 2015).

- 1.8.b.2.2 Artroplastia total reversa

La incidencia global de la artroplastia de hombro en la población estadounidense ha aumentado en los últimos 10 años, pasando de 6,1 por 100.000 en 2005 a 13,4 por 100.000 en 2013. Para la AMR, Dillon y cols. informaron de un aumento del uso de la ARH durante el mismo período, sin cambios en el uso de la hemiartroplastia. (Dillon et al., 2019) Utilizando datos del *Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample*, Shairer et al. informaron de que el 80% de las ARH se están realizando para AMR, patología que sigue siendo la indicación principal de la prótesis reversa (Breivik et al., 2006; Rugg et al., 2018; Schairer et al., 2015).

El diseño de la ARH permite, desde el punto de vista biomecánico, la EA del hombro en casos de deficiencia del MR. En 1985, Paul Grammont introdujo 4 principios clave para mantener la estabilidad y permitir unas fuerzas aceptables en la interfaz hueso-prótesis (Grammont et al. 1987; Grammont & Baulot, 1993) Entre sus postulados destacan la medialización y la distalización del centro de rotación, que reducen las fuerzas de cizallamiento en la interfaz hueso-implante y aumentan el brazo de palanca del deltoides en toda la amplitud de movimiento.

Este diseño invierte la anatomía de la articulación GH nativa colocando la "bola" en la posición glenoidea y la "cavidad" en el húmero. (Nam et al., 2012) Los modernos diseños de artroplastia total de hombro inversa, basados en las modificaciones realizadas por Grammont, han mostrado resultados alentadores. Las mejoras biomecánicas, como el desplazamiento del centro de rotación en sentido distal y medial para mejorar la función del deltoides, han permitido mejorar la estabilidad del implante y aumentar la amplitud de movimiento del hombro antes del pinzamiento subacromial (Sirveaux et al., 2004; Boileau et al., 2006).

Walker y cols. han propuesto que una prótesis glenoidea menos medializada (más lateralizada) mejoraría la amplitud de movimiento y distribuiría las fuerzas de forma más uniforme en la interfaz ósea de la placa base (Walker et al., 2011). El diseño invertido es intrínsecamente estable ya que compensa la falta de MR y no requiere una contención superior del arco coracoacromial. La ARH lateralizada permite la elevación del hombro

creando una articulación estable en la que el deltoides proporciona el vector de fuerza necesario para este movimiento, aun con el MR insuficiente. En la imagen 13 se observa la comparación entre los vectores de fuerza deltoideos generados con el uso de una prótesis medializada y entre los formados con una prótesis lateralizada, observando que el brazo de palanca del deltoides es mayor en el segundo caso.

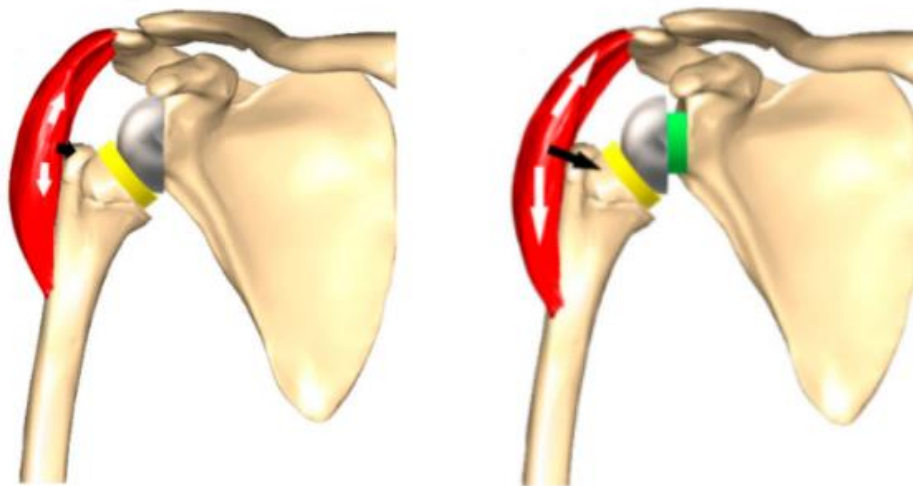


Imagen 13. Involucración del músculo deltoides. 1: Menor reclutamiento deltoideo debido a prótesis medializada. 2: Mayor reclutamiento de deltoides en diseño lateralizado. Extraída de "Bauer S, Corbaz J, Athwal GS, Walch G, Blakeney WG. *Lateralization in Reverse Shoulder Arthroplasty*. J Clin Med. (2021)"

Los primeros implantes ARH fueron aprobados para su uso en los Estados Unidos por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos en noviembre de 2003, pero se habían utilizado internacionalmente durante una década antes. Por lo tanto, aunque se carece de datos a 10 años de la población estadounidense, varios estudios de otros países informan de los resultados a medio y largo plazo (Frankle et al., 2015).

Las prótesis de AI (artroplastia inversa) de hombro cambian el centro de rotación de la articulación GH medialmente y alargan el húmero de 0 a 2 cm para permitir la articulación inversa. En ausencia de un MR funcional, el músculo deltoides eleva el brazo y estabiliza la articulación de la prótesis. Los pacientes deben tener una buena integridad del músculo deltoides para ser candidatos a este procedimiento. Sin embargo, debido a la alteración de la

mecánica del hombro, la pérdida del contorno del deltoides y un pequeño riesgo operatorio de alargamiento iatrogénico del húmero poco frecuente pueden contribuir a una baja satisfacción postoperatoria en algunos pacientes (Greiner et al. 2013). A pesar del alto riesgo de complicaciones y de la necesidad de una cuidadosa selección de los pacientes, los estudios actuales sobre la AI de hombro muestran resultados prometedores con un aumento de la función del paciente, un alivio del dolor y una alta satisfacción del paciente (Bauer et al., 2021).

Sirveaux y cols. presentaron los resultados de la artroplastia total inversa de hombro en ochenta pacientes con artropatía por desgarró del MR; la puntuación de Constant-Murley(CM) fue de 65,6 en una media de de cuarenta y cuatro meses después de la operación y el 96% de los pacientes tenían poco o ningún dolor (Sirveaux et al., 2004). Del mismo modo, Young y cols. observaron que el 89% de los pacientes tenían resultados buenos o excelentes en una media de treinta y ocho meses después de la operación, con una puntuación media de 70 puntos de la escala American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES)(Young et al., 2009). En una revisión de sesenta pacientes, Frankle y cols. observaron mejoras significativas en la puntuación media de la ASES de 34,3 a 68,2 puntos, en la EA de 55° a 105.1° y en la ABD de 41.4° a 101.8° tras la ARH (Frankle et al., 2015)

Sin embargo, a pesar de estos resultados alentadores, las complicaciones tras la ARH para la AMR siguen siendo motivo de preocupación, ya que entre aquellas notificadas se incluyen el aflojamiento aséptico, la inestabilidad, la disociación del implante, la infección, fracturas periprotésicas o de acromion, la neuropraxia y los signos radiográficos de muescas escapulares (Aumiller & Kleuser, 2015; Nam et al., 2012; Middernacht et al., 2008) Se ha informado de que las tasas de revisión y las tasas de complicaciones generales alcanzan el 26% y el 71%, respectivamente, en estudios con un seguimiento a medio y largo plazo (Sirveaux et al., 2004;C. M. L. Werner et al., 2005). Así pues, aunque la ARH ha demostrado

resultados clínicos prometedores, sigue siendo un procedimiento técnicamente difícil con un alto riesgo de complicaciones.

2. ANTECEDENTES Y CONTROVERSIAS

La ARH ha revolucionado el tratamiento de patologías complejas del hombro, ofreciendo una solución eficaz para restaurar la función y aliviar el dolor en pacientes con lesiones irreversibles del MR, artrosis glenohumeral o fracturas complejas del húmero proximal. En los últimos años, esta técnica quirúrgica ha ganado una amplia aceptación consolidándose como una opción terapéutica fundamental en la ortopedia moderna. Originalmente, la ARH fue indicada principalmente para pacientes de edad avanzada (Boileau et al., 2006). Sin embargo, la tendencia ha cambiado, y la edad de los pacientes que se someten a este procedimiento ha ido disminuyendo, motivo por el cual actualmente se cuestiona la influencia de la edad sobre la movilidad postoperatoria. Ha sido previamente descrito que el sexo y la edad al momento de la cirugía se asocian a diferencias en los resultados funcionales de numerosos procedimientos ortopédicos (Friedman et al., 2018).

2.1 Cambios en la demografía de pacientes

La disminución en la edad de los pacientes que se someten a ARH plantea interrogantes sobre cómo factores demográficos afectan los resultados postoperatorios. Existe una escasez de investigaciones que se centren específicamente en la relación entre estos factores demográficos y los resultados postoperatorios en el contexto de la ARH. Esta falta de atención a las variaciones demográficas en los estudios existentes sugiere un vacío crítico en el conocimiento actual y resalta la necesidad de investigaciones adicionales que aborden estas cuestiones.

2.2 Influencia de la edad y el sexo

Respecto a la edad al momento de la cirugía y la movilidad postoperatoria luego de una ARH se ha descrito que un año más de edad se asocia con una disminución en la EA y en la ABD

(Friedman et al., 2018). Esto sugiere que los pacientes mayores pueden experimentar una recuperación funcional más limitada tras la cirugía.

El sexo masculino se ha relacionado con un mejor rango de movilidad para EA, ABD y RE pasivas (Friedman et al., 2018). Por otro lado, el sexo femenino ha sido identificado como un factor de riesgo para la pérdida de EA, lo que indica que las mujeres pueden enfrentar desafíos adicionales en su recuperación postoperatoria (Monir et al., 2021). Es necesario destacar el efecto combinado entre edad y sexo en la recuperación postoperatoria, particularmente en la RE activa, donde se ha documentado que los hombres más jóvenes presentan menor RE activa que los mayores, lo que sugiere la necesidad de investigar más a fondo las complejidades entre estas variables.

2.3 Medidas radiográficas

El debate también se extiende a los valores radiográficos y su influencia en los resultados postoperatorios. Numerosos autores han tratado de determinar el grado ideal de lateralización y distalización en ARH, aunque los métodos se han considerado demasiado exigentes para la práctica clínica diaria (Berthold et al., 2021; Boutsiadis et al., 2018). Los ángulos de distalización y lateralización del hombro descritos por Boutsiadis et al., los cuales describen la posición humeral en relación con la escápula, podrían representar herramientas reproducibles y determinantes de los resultados clínicos (Berthold et al., 2021; Boutsiadis et al., 2018).

Comprender el impacto de las diferencias de la edad o sexo, así como los determinados valores radiográficos, en los resultados postoperatorios, es crucial para optimizar las técnicas quirúrgicas y puede ayudar a establecer expectativas más realistas en cuanto a la reducción del dolor postoperatorio y la mejora funcional, incrementando la satisfacción de los pacientes con los resultados de la cirugía.

En función de lo planteado, continúa siendo un desafío comprender la relación entre los ángulos radiográficos pre y postoperatorios y los desenlaces de movilidad posteriores de los pacientes, más aún teniendo en cuenta sus características demográficas inherentes.

2.4 Problema de estudio

Comprender el impacto de las diferencias demográficas, como la edad y el sexo, así como de los valores radiográficos pre y postoperatorios, es fundamental para optimizar los resultados clínicos en pacientes sometidos a ARH. A pesar de los avances en el campo, las investigaciones existentes han prestado poca atención a cómo estos factores específicos afectan la recuperación funcional y la movilidad postoperatoria. Las controversias actuales sobre la influencia de los valores radiográficos y la falta de estudios centrados en la demografía de los pacientes sugieren una necesidad urgente de investigación. Este trabajo pretende llenar este vacío crítico y proporcionar evidencia sólida que permita establecer expectativas más realistas sobre la recuperación, así como personalizar los tratamientos para mejorar los resultados clínicos.

2.5 Implicaciones clínicas y objetivos del estudio

Este estudio busca aportar información relevante sobre los resultados en un grupo específico de pacientes sometidos a ARH, con el objetivo de ampliar el conocimiento científico en este campo y optimizar las prácticas clínicas para el beneficio de los pacientes en el futuro. De este modo, se espera contribuir a una atención más equitativa y personalizada, que considere tanto los factores demográficos como los valores radiográficos para maximizar los beneficios clínicos en pacientes con patologías complejas del hombro.

2.6 Conclusión

La investigación continua es esencial para abordar las controversias existentes y mejorar las prácticas quirúrgicas en la ARH. Al considerar múltiples factores, como las características demográficas y los valores radiográficos, este estudio busca no solo llenar vacíos en el conocimiento actual, sino también proporcionar herramientas prácticas que guíen las decisiones clínicas.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

La hipótesis es que existe una relación significativa entre los diferentes valores de dichos ángulos y el mayor rango de movilidad alcanzado y su uso. Los mismos podrían predecir la función postoperatoria y orientar en la planificación prequirúrgica.

Ciertos trabajos han demostrado que valores entre 40° y 70° de ángulo de distalización humeral (ADH) pueden relacionarse con mayor rango de ABD y EA, y por su parte, valores entre 70° y 100° de ángulo de lateralización humeral (ALH) pueden asociarse con valores mayores de RE postoperatoria (Berthold et al., 2021; Boutsiadis et al., 2018). Asimismo, actualmente existen escasos trabajos direccionados a estudiar valores preoperatorios radiográficos y su relación con la movilidad postoperatoria. Tan sólo uno de ellos, hasta la fecha, muestra que existe una relación directamente proporcional entre una mayor distancia acromiohumeral con la EA. Para ello, evaluaremos clínica y radiográficamente a los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión.

De esta forma, las hipótesis de trabajo son que:

- Para valores del ALH entre 70 y 100° se evidenciará el mayor rango de RE.
- Valores del ADH entre 40 y 70°, se relacionarán con el mayor rango de ABD y de EA obtenido
- Existe una relación inversa entre los ángulos de lateralización y de distalización del hombro, es decir, a mayor valor de un ángulo, menor valor del otro.
- Existe relación entre el sexo y la edad y el rango de movilidad postoperatorio.

3. 2 Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es identificar y evaluar los valores radiográficos preoperatorios (distancia acromiohumeral y offset lateral humeral) y postoperatorios (distancia acromiohumeral, offset lateral humeral, ángulo de distalización del hombro y ángulo de lateralización del hombro) y su influencia en los resultados clínicos y funcionales en pacientes tratados con artroplastía reversa de hombro por artropatía de manguito rotador utilizando un diseño lateralizado con 135° de inclinación.

3.3 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Calcular los ángulos radiográficos preoperatorios (distancia acromiohumeral y offset lateral humeral) y relacionar sus valores con la movilidad postoperatoria: EA, ABD, RE y RI.
- Calcular los ángulos radiográficos postoperatorios (distancia acromiohumeral, offset lateral humeral, ángulo de distalización del hombro y ángulo de lateralización del hombro) y relacionarlos con la movilidad postoperatoria.
- Analizar de forma detallada la relación entre los ángulos de lateralización y distalización del hombro, evaluando su impacto en la amplitud del movimiento, buscando establecer parámetros precisos para optimizar el rendimiento biomecánico
- Describir si existe relación entre el sexo y la edad y los resultados postoperatorios de los pacientes tratados con ARH por AMR.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del estudio

4.1.a Descripción del estudio

Se realizó un estudio retrospectivo de la base de datos del servicio de Ortopedia y Traumatología a fin de identificar los casos de AMR tratados con una AI lateralizada entre enero de 2015 y enero de 2020.

Este estudio se basó en la guía STROBE para estudios observacionales (STROBE checklist: estudios transversales; von Elm et al., 2008) para estructurar y mejorar la calidad del diseño y reporte de los resultados.

4.1.b Ámbito del estudio

El estudio se llevó a cabo en un centro de atención terciaria, especializado en ortopedia y traumatología, que ofrece tratamientos de alta complejidad para pacientes con trastornos del sistema músculo-esquelético. Esto permitió reunir datos de pacientes tratados en una única institución con experiencia en el uso de AI lateralizada. La concentración de casos en este centro facilita la implementación de procedimientos especializados, aunque limita la generalización de los resultados debido a la falta de diversidad geográfica y de sistemas de atención médica (von Elm et al., 2008).

4.1.c Muestra y técnica de muestreo

Dado que el estudio es retrospectivo, se utilizó una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando todos los casos de AMR tratados con AI lateralizada que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión en el periodo de enero de 2015 a enero de 2020. Esta técnica de muestreo es apropiada en estudios retrospectivos en los que el objetivo

es analizar datos preexistentes y se dispone de un número limitado de casos elegibles (Sedgwick, 2013).

4.1.d Justificación del tamaño muestral

Al tratarse de un estudio retrospectivo y observacional, no se realizó un cálculo muestral previo, ya que el tamaño de la muestra está limitado por el número total de casos registrados en el periodo de estudio. En este tipo de diseño, la muestra se determina por los casos disponibles que cumplan los criterios de inclusión dentro de la base de datos, más que por una estimación muestral, lo cual es común y adecuado en estudios retrospectivos (Vandenbroucke et al., 2007). Esta estrategia permite un análisis exhaustivo de todos los casos existentes sin el sesgo de selección prospectiva, proporcionando datos valiosos en poblaciones donde la enfermedad y el tratamiento específico son infrecuentes. La ausencia de un cálculo muestral formal no compromete la validez del estudio en este contexto, ya que se abordan todos los datos relevantes y disponibles del registro hospitalario.

4.1.e Transparencia metodológica y rigor

Para asegurar la transparencia y el rigor metodológico, el estudio siguió las recomendaciones de la guía STROBE para estudios observacionales (von Elm et al., 2008), y se incluyó la guía PROGRES (Population Reporting Of Gender, Race, Ethnicity & Sex) para la correcta inclusión de resultados agrupados por sexo, a fin de asegurar que las diferencias de género y sexo en los resultados postoperatorios sean adecuadamente analizadas (Stey et al., 2023).

4. 2 Consideraciones éticas

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Británico (Código de registro: 4806). La autorización se adjunta en el anexo I. Por la naturaleza retrospectiva del estudio, el comité de ética autorizó la exención de la firma del consentimiento informado.

4. 3 Población de estudio

4.3.a Criterios de inclusión

En el estudio se incluyeron pacientes que fueron sometidos a un seguimiento mínimo de 12 meses. Estos pacientes presentaban AMR con un grado de severidad, según la clasificación de Hamada, igual o mayor a 3. Para el tratamiento de esta condición, se utilizó una prótesis lateralizada (ARROW®, FH Orthopaedics, Mulhouse, Francia) con una inclinación humeral de 135°. Es importante destacar que todos los participantes del estudio tenían 18 años de edad o más y contaban con un deltoides funcional.

El seguimiento mínimo de 12 meses permitió evaluar los resultados de movilidad postoperatoria de esta técnica quirúrgica en pacientes con AMR. La elección de la prótesis lateralizada con una inclinación humeral de 135° se basó en consideraciones anatómicas y biomecánicas para proporcionar una restauración óptima de la función del hombro. La inclusión de pacientes con un grado de severidad igual o mayor a 3 en la clasificación de Hamada garantizó que se trataba de casos clínicos significativos y que se requería una intervención quirúrgica para mejorar su calidad de vida. Además, la condición de tener un deltoides funcional es un criterio importante para asegurar la viabilidad de la prótesis y la capacidad del paciente para participar en la rehabilitación postoperatoria, sin el cual no se podría utilizar una prótesis reversa.

4.3.b Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron pacientes tratados con prótesis medializadas o con inclinación humeral de 145° o 155°, aquellos con presencia concomitante de fracturas de cabeza humeral o de glenoides, pacientes con ausencia de radiografías preoperatorias, cirugías de revisión, seguimiento insuficiente y presencia de enfermedades neuromusculares.

4.4 Técnica quirúrgica

Con el paciente en posición de silla de playa, bajo anestesia del plexo, se realiza un abordaje deltopectoral con tenotomía insercional completa del subescapular y sección de la cápsula articular. La cabeza humeral se luxa en RE máxima y la osteotomía humeral se realiza con 20° de retroversión y 135° de inclinación. Posteriormente, se trabaja el canal humeral con escofinas crecientes hasta que se obtiene una sensación de fricción cortical. La raspa de mayor calibre utilizada se deja en su lugar para proteger el húmero proximal durante el tiempo glenoideo.

Al realizar la exposición glenoidea, como se observa en la figura 1 de la imagen 14, se resecan los osteofitos y el labrum degenerativo resecados, optimizando la visión de la superficie articular. A continuación, se fresa el cartílago articular fresado, preservando al máximo el stock óseo. La implantación de la metaglena se realiza proyectando una inclinación inferior de 10° con una versión neutra (Imagen 14.2). La fijación definitiva se realiza con dos tornillos de compresión de 5,5 mm. Este sistema permite la utilización de glenosferas de 36, 39 o 42 mm.

El componente humeral definitivo se coloca no cementado, siempre que la calidad ósea metafisaria lo permita. metafisaria lo permita. A continuación, como se ejemplifica en la figura 3 de la imagen 14, se selecciona el tamaño del inserto definitivo de polietileno que así como el tamaño de la glenosfera, se deciden en función de la tensión intraoperatoria deltoidea y la estabilidad del implante.

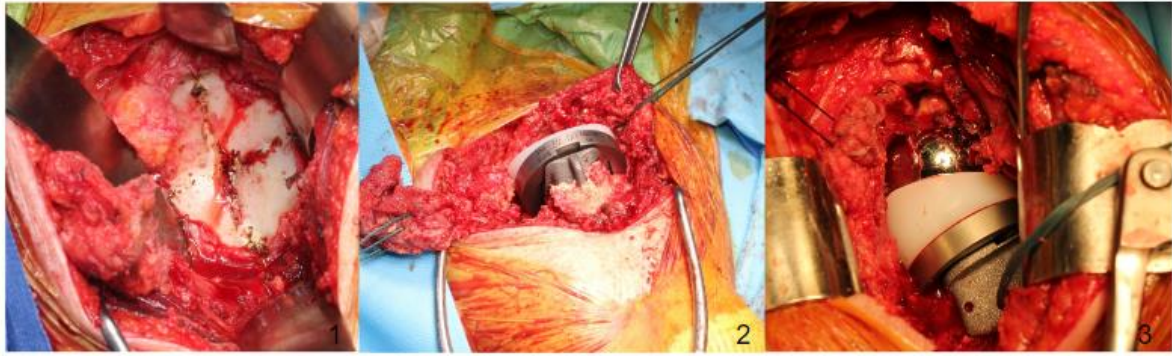


Imagen 14. Pasos de artroplastia reversa de hombro. 1: Exposición glenoidea; 2: Impactación de glena; 3: Elección del tamaño del inserto de polietileno.

Todos los pacientes son inmovilizados durante 30 días con un cabestrillo tipo Velpeau, iniciando ejercicios de movilidad pasiva una semana después de la intervención y rehabilitación. ejercicios de movilidad pasiva una semana después de la intervención y la rehabilitación cuatro semanas más tarde.

4.5 Evaluación clínica

Se analizaron los rangos de movimiento, tanto el preoperatorio, realizado dos semanas antes del procedimiento, como el postoperatorio en el último control realizado aproximadamente a los 12 meses de la cirugía. La movilidad activa se evaluó en grados con un goniómetro en EA, RE, ABD y RI con la mano en el dorso, registrando el segmento alcanzado por el pulgar como nivel máximo según la descripción de Greene y Heckman. (Greene & Heckman, 1994) La función del deltoides fue definida por el cirujano tratante, según la escala motora de Daniels, considerando el funcionamiento correcto del deltoides cuando se equipara con un valor de M5. (Avers & Dpt, 2019) La función se calculó con el puntaje de CM, siendo esta una herramienta ampliamente utilizada para evaluar, mediante una combinación de medidas subjetivas y objetivas, la función del hombro, especialmente en contextos clínicos como la artroplastia del hombro y la reparación del MR, entre otras. (Constant CR & Murley AH, 1987). Se compone de cuatro dominios que suman un total de 100 puntos, permitiendo una evaluación integral: dolor (15 puntos), actividades de la vida diaria (20 puntos, donde se miden

limitaciones en actividades cotidianas), movilidad (40 puntos, incluyendo amplitud de movimiento en varias direcciones) y fuerza (25 puntos). (Gartsman G.M. et al, 2008)

Si bien no hay un punto de corte universalmente aceptado, puntuaciones más altas indican mejor función del hombro. (Vrotsou et al., 2018)

La elección de esta herramienta se justifica por varias razones:

- Validez y fiabilidad: Aunque ha habido críticas sobre su estandarización, el CM ha demostrado ser útil en diversas poblaciones y patologías relacionadas con el hombro. Estudios han confirmado su validez y fiabilidad, especialmente en patologías subacromiales. (Vrotsou et al., 2018).
- Facilidad de aplicación: Su diseño permite una administración sencilla, facilitando su uso en entornos clínicos. (Rocourt MH, Radlinger L., et al. 2008)
- Adaptabilidad: El test11 ha sido validado en diferentes idiomas y contextos culturales, aumentando su aplicabilidad global.

En este estudio se utilizó el puntaje de CM adaptado para la población argentina.(Gómez et al. 2022)

4.6 Evaluación radiográfica

Se utilizaron radiografías anteroposteriores y axiales del hombro afectado, tanto preoperatorias como postoperatorias. Considerando la importancia del correcto posicionamiento y técnica radiológica, todas las imágenes fueron realizadas por el mismo personal con el mismo fluoroscopio.

Dos investigadores ajenos a los resultados clínicos determinaron las mediciones en la proyección AP con el software Synapse 3d® (Fujifilm Healthcare®), considerando la media interobservador. La concordancia interobservador se calculó mediante coeficiente de correlación intraclase (CCI). La potencia del ICC se consideró cuando la concordancia era superior a 0,8.

En las imágenes preoperatorias se calculó la distancia acromiohumeral (DAH) y el offset lateral humeral (OLH). Las mediciones postoperatorias incluyeron: DAH, OLH, ADH y ALH. En las siguientes imágenes se observan las mediciones para cada ángulo o distancia.

- Ángulo de distalización del hombro (ADH), considerando el borde superior de tubérculo glenoideo, el borde más lateral del acromion y el borde más superior de la tuberosidad mayor, se calculará trazando una línea desde el borde más lateral del acromion hasta el tubérculo superior glenoideo y desde éste, otra línea hasta el borde más superior de la tuberosidad mayor. El ángulo entre estas dos líneas corresponde al ADH, como se evidencia en la figura 1 de la imagen 15.

- Ángulo de lateralización del hombro (ALH), tomando tres reparos: borde superior de tubérculo glenoideo, el borde más lateral del acromion y el borde más lateral de la tuberosidad mayor. Se trazará una línea uniendo el tubérculo superior glenoideo con el borde más lateral del acromion. Una segunda línea conecta este último punto con el borde lateral de la tuberosidad mayor. El ángulo entre estas dos líneas corresponde al ALH, ejemplificado en la figura 2 de la imagen 15.

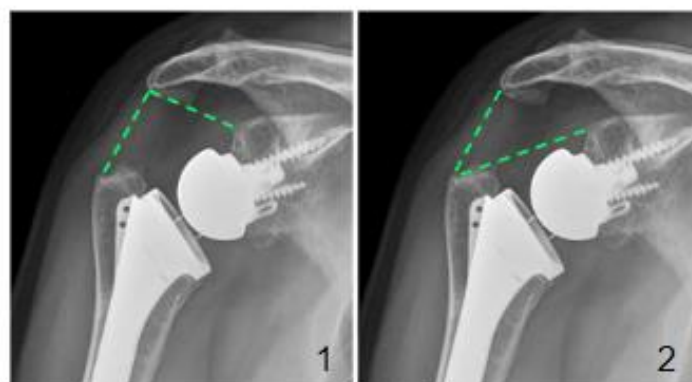


Imagen 15. 1: Ángulo de distalización del hombro (ADH); **2:** ángulo de lateralización del hombro (ALH)

- La distancia acromiohumeral (DAH) es medida calculando la distancia perpendicular entre la porción más lateral del acromion y una línea paralela al borde superior de la tuberosidad

mayor. En la imagen 16 se ejemplifican las mediciones pre y postoperatorias. (Figuras 16.1 y 16.2)

- Offset lateral humeral (OLH): se traza la distancia desde la línea de DAH hasta una proyección al borde más lateral del troquíter. La imagen 16 muestra la forma de realizar el cálculo de forma pre y postquirúrgica (Figuras 16.3 y 16.4)

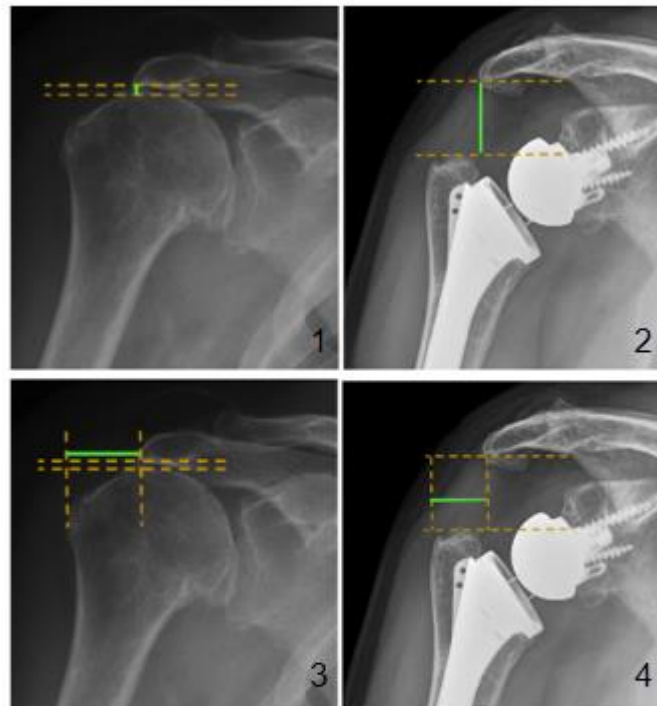


Imagen 16. 1: Distancia acromiohumeral (DAH) preoperatoria; 2: DAH postoperatoria; 3: Offset lateral humeral (OLH) preoperatorio; 4: OLH postoperatorio.

Se utilizó la clasificación de Hamada para determinar el grado de artrosis glenohumeral (Hamada et al., 1990).

4.7 Análisis estadístico de los datos

Las variables descriptivas continuas se expresaron como mediana, intervalo de confianza del 95% y rango o media y desvío estándar (DS) según distribución de la variable. Las variables cualitativas se expresaron como porcentajes. El análisis de regresión lineal para determinar

el grado de asociación entre los ángulos preoperatorios y postoperatorios y la movilidad. Se aplicó un análisis de regresión cuadrática y se utilizó el área bajo la curva ROC (ABC-ROC). Se utilizó el valor de punto de corte como el valor cuya sensibilidad y especificidad estuvieran más próximas al valor del ABC-ROC y la diferencia absoluta entre los valores de sensibilidad y especificidad era mínima. A partir del punto de corte seleccionado, se calcularon los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN) para evaluar la utilidad diagnóstica del modelo. Los valores de corte se determinaron con respecto a los ADH y ALH. Se compararon los rangos de movilidad pre y postoperatorios mediante test de T o Mann Whitney según la distribución de las variables. Se realizó un test multivariado para evaluar los factores predictivos. Para estudiar la relación entre la movilidad postoperatoria y el sexo y la edad, se tuvieron en cuenta eventos con valores de $EA < 110^\circ$, $RE < 29^\circ$ y $ABD < 120^\circ$, utilizando estos puntos de corte basándolos en el estudio realizado por Boutsiadis et al. (Boutsiadis et al., 2018).

Se utilizaron los programas Graph Pad Prism 8.02 y MedCalc 12.0.

5. RESULTADOS

5.1 Población estudiada

En el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2015 y enero de 2020 se llevaron a cabo 57 cirugías en pacientes que requirieron ARH, de los cuales 35 de ellos fueron diagnosticados con AMR. Sin embargo, antes de emprender un análisis exhaustivo de estos casos, fue necesario excluir a ocho pacientes por diversas razones.

En primer lugar, se encontró que era imposible obtener las radiografías necesarias para tres de los pacientes incluidos en el estudio, lo que dificultó en gran medida una evaluación precisa de su condición. La falta de estas imágenes clave obstaculizó la capacidad de los investigadores para examinar en detalle la evolución postoperatoria de estos individuos. Además, se descubrió que cuatro pacientes no contaban con un seguimiento médico suficiente, lo cual limitaba considerablemente la disponibilidad de datos relevantes sobre su progreso después de la intervención quirúrgica. Esta falta de seguimiento adecuado impedía obtener una visión completa y precisa de la respuesta al tratamiento en estos casos específicos. Por último, durante el proceso de selección, se identificó un caso en el que se utilizó una prótesis medializada (Imagen 17, diagrama de flujo), lo que requería una consideración especial debido a su posible influencia en los resultados, por lo cual fue excluido.

Dentro de este contexto, se llevó a cabo un estudio detallado con los restantes 27 pacientes, cuya edad media fue de $72,0 \pm 7,1$ años. Del grupo de pacientes estudiados, el 77,7% eran mujeres ($n=21$). Además, se observó que 20 de estos pacientes presentaron el diagnóstico en el hombro derecho.

El tiempo medio transcurrido hasta el control de seguimiento fue de $19,3 \pm 6,9$ meses después de la operación. Durante este periodo, se realizaron evaluaciones regulares para evaluar el progreso en términos de movilidad y función del hombro afectado.

En resumen, tras una rigurosa selección y exclusión de pacientes, se llevó a cabo un estudio en profundidad con 27 pacientes sometidos a ARH. Estos pacientes fueron evaluados a lo largo de un periodo de seguimiento postoperatorio de aproximadamente 19 meses.

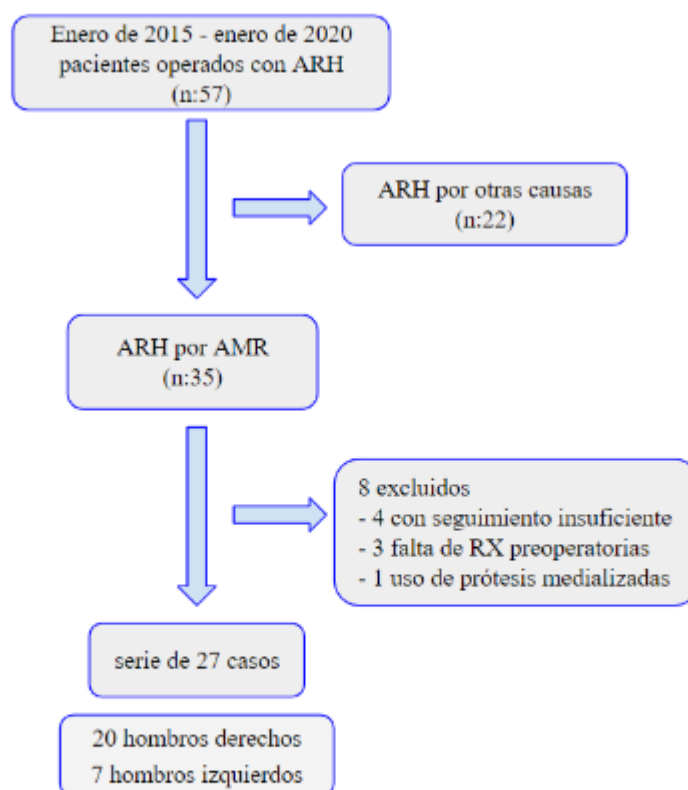


Imagen 17. Diagrama de flujo de población estudiada. ARH: artroplastia reversa de hombro; AMR: artropatía del manguito rotador; RX: radiografías

El estudio radiográfico reveló que el ALH de las prótesis utilizadas en los pacientes sometidos a ARH fue de $92,5^\circ$ (rango de 85° a 115°), mientras que la mediana de ADH fue de $43,2^\circ$ (rango de 30° a 60°). Estos valores proporcionan una medida objetiva de la posición y orientación de las prótesis en relación con la anatomía del hombro.

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de todas las medidas radiográficas analizadas, junto con la correspondiente desviación estándar. Además, se calculó el CCI para evaluar la reproducibilidad de las mediciones radiográficas, y se proporcionaron los intervalos de confianza del coeficiente.

Por otra parte, se registraron los datos de movilidad preoperatoria y postoperatoria en la Tabla 2, donde se observaron diferencias significativas en los valores, excepto en el rango de movimiento de ABD, que no presentó diferencias significativas ($p=0,56$). Estos resultados indican que la ARH tuvo un impacto positivo en la movilidad del hombro, mejorando significativamente la capacidad de los pacientes para realizar movimientos específicos.

Además, en la imagen 18 se ejemplifica la evolución de 12 meses en el periodo postoperatorio de una paciente, demostrando un resultado satisfactorio en términos de recuperación funcional. Esta ilustración proporciona una representación visual de los efectos positivos de la ARH en la rehabilitación y restablecimiento de la movilidad del hombro.

	Media (DS)	Rango	CCI	IC 95%
Edad (Años)	72 (± 7.1)	61-84		
Género	21 ♀ / 6 ♂			
DAH preop	7.27mm (± 4.1)	1-16.2	0.96	(0.81-0.99)
OLH preop	12.56 mm (± 5.8)	3-23.5	0.98	(0.95-0.99)
DAH postop	25.6 mm (± 8.3)	12-46	0.97	(0.93-0.98)
OLH postop	18.6 mm (± 7.3)	2-28.2	0.95	(0.89-0.97)
ADH	43.2° (± 6.8)	30-60	0.88	(0.53 - 0.96)
ALH	92.5° (± 10.1)	80-115	0.82	(0.62 - 0.92)
CM	69.9 (± 7.8)	47-83		

Tabla 1. Mediciones de valores radiográficos expresados en media y desvío estándar. DAH: distancia acromiohumeral; OLH: offset lateral humeral; ADH: ángulo de distalización humeral; ALH: ángulo de lateralización humeral; CM: Constant-Murley; CCI: coeficiente de correlación intraclase; IC: Intervalo de confianza

	Preoperatorio Media (DS)	Postoperatorio Media (DS)	p
Elevación anterior	90.21° ($\pm 39.8^\circ$)	131.2° ($\pm 32^\circ$)	0.0002
Rotación externa	12.3° (± 19.2)	35.2° ($\pm 16.8^\circ$)	<0.0001
Rotación interna	L4-L5 (3.8) DS ± 2.2	L1-L3 (5.5) DS ± 2.4	0.013
Abducción	68.7° ($\pm 31.9^\circ$)	87.1° ($\pm 28.2^\circ$)	0.56

Tabla 2. Registro de movilidad pre y postoperatoria. DS: Desvío estándar



Imagen 18. Paciente cursando 12 meses de postoperatorio. 1: Rotación interna T12; 2: elevación anterior 160°; 3: rotación externa 20°.

5.2 Ausencia de relación entre movilidad postoperatoria y sexo

En relación al factor del sexo en nuestra población de estudio, se observó una predominancia significativa del género femenino, con 21 mujeres y 6 hombres. Cabe mencionar que, debido a la baja cantidad de pacientes de sexo masculino en nuestra muestra, no fue posible realizar un análisis multivariado con la influencia del sexo como factor de riesgo como una variable en el análisis estadístico.

No encontramos diferencias significativas entre mujeres y hombres, únicamente en el rango de RI, como se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 3).

	EA		ABD		RE		RI		CM	
	M	DS	M	DS	M	DS	M	DS	M	DS
Mujeres	134.8	34.62	88.68	28.57	36.25	17	6.47	3	70.85	8.1
Hombres	121.7	20.41	81	29.24	31.67	17.22	2	1.09	66.67	6.18
p	>0.05		>0.05		>0.05		0.0011		>0.05	

Tabla 3. Movilidad postoperatoria discriminada según sexo. EA: elevación anterior; ABD: abducción; RE: rotación externa; RI: rotación interna; CM: Constant-Murley; M: media; DS: desvío estándar.

5.3 Ausencia de asociación entre la movilidad postoperatoria y la edad

Con la finalidad de comprender si la edad constituye un parámetro que afecta la movilidad o el CM, se realizó un análisis de regresión logística de los datos obtenidos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la Tabla 4, destacando la falta de asociación significativa entre la edad y el rango de movilidad. Esto sugiere que la edad en sí misma no es un factor determinante para la recuperación de la movilidad en pacientes sometidos a este procedimiento. En cuanto al CM, se observó que los pacientes con un CM mayor a 65 presentaron una media de edad de 71.5 años, mientras que aquellos con un CM menor a 65 tuvieron una media de 78 años, mostrando una diferencia significativa entre ambos grupos ($p<0.02$). (Gráfico 1)

	Odds Ratio	IC 95%
EA <110°	1.02	0.90-1.16
RE <29°	1.12	0.96-1.3
ABD <120°	0.97	0.82-1.16

Tabla 4. Relación entre edad y rango de movilidad postoperatorio. EA: elevación anterior; RE: rotación externa; ABD: abducción; IC 95%: intervalo de confianza del 95%

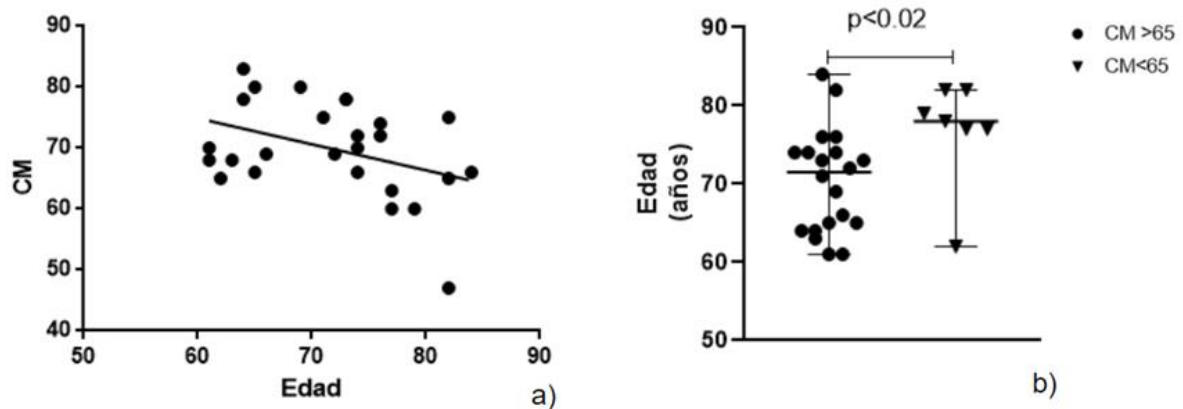


Gráfico 1. Constant-Murley (CM) y rango de movilidad postoperatorio. a) Regresión lineal entre escala de CM y edad. b) Diagrama de puntos agrupando pacientes con CM > 65 y con CM < 65.

5.4 Análisis de correlación entre movilidad y mediciones radiográficas

Se halló una asociación directamente proporcional entre la DAH preoperatoria y la RE y la RI (r_s : 0,47 y r_s : 0,44, respectivamente); mientras que hubo una correlación de Pearson negativa con la ABD (r_s : -0,44). Entre la DAH postoperatoria y los EA, se observó una asociación directa proporcional Spearman directamente proporcional (r_s : 0,49). Como se evidencia en la siguiente tabla (Tabla 5), no se observó asociación entre el resto de ángulos estudiados.

DAH pre	<i>r</i>	<i>p</i>	DAHpop	<i>r</i>	<i>p</i>	ADH	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	0.0004	0.99	AE	0.49	0.03	EA	0.13	0.5
RE	0.47	0.049	ER	0.32	0.11	RE	-0.05	0.8
ABD	-0.44	0.047	ABD	0.15	0.48	ABD	25	0.9
RI	0.44	0.046	IR	-73	0.74	RI	0.06	0.8
CM	0.36	0.07	CM	0.35	0.08	CM	0.06	0.7
OLH pre	<i>r</i>	<i>p</i>	OLHpop	<i>r</i>	<i>p</i>	ALH	<i>r</i>	<i>p</i>
EA	-0.0025	0.9	AE	0.06	0.74	EA	-8	0.7
RE	0.17	0.42	ER	-0.12	0.56	RE	-0.14	0.49
ABD	-0.04	0.86	ABD	0.13	0.5	ABD	0.25	0.2
RI	-0.43	0.04	IR	-0.42	44	RI	-0.24	0.28
CM	0.12	0.6	CM	0.02	0.9	CM	-0.3	0.13

Tabla 5. Análisis de correlación. DAH: distancia acromiohumeral; OLH: offset lateral humeral; ADH: ángulo de distalización humeral; ALH: ángulo de lateralización humeral; EA: elevación anterior; RE: rotación externa; ABD: abducción; CM: Constant-Murley.

5.5 Regresión lineal y componente cuadrático respecto a movilidad y mediciones radiográficas

La RE postoperatoria mostró una regresión lineal positiva con la DAH preoperatoria (r^2 : 0.12).

La adición de un componente cuadrático produjo un aumento del ajuste (r^2 : 0.3; p : 0.02) y con valores de DAH preoperatorio de 5 y 10 mm, se encontraron los mejores ángulos de ER, lo cual se ejemplifica en el gráfico 1 de la imagen 19.

La EA postoperatoria mostró una regresión lineal positiva con el DAH postoperatorio (r^2 : 0.24).

La adición de un componente cuadrático produjo un aumento significativo del ajuste (r^2 : 0.22; p : 0.02) con mejores ángulos de EA postoperatoria entre 18 y 38 mm de DAH postoperatorio, como se puede observar en el gráfico 2 de la imagen 19.

La ABD postoperatoria mostró una regresión lineal inversa con la DAH preoperatoria (r^2 : 0.19).

La adición de un componente cuadrático produjo un aumento del ajuste (r^2 : 0.24; p : 0.02). Los mejores ángulos de ABD (90-160°) se encontraron con valores de DAH preoperatorio entre 5,7 y 13,5, tal como se muestra en el tercer gráfico 3 de la imagen 19. Por último, se encontró una correlación negativa de Pearson negativa entre el ALH y el ADH (r^2 : -0,38; p : 0,047),

representada en el gráfico 4 (imagen 19). En todos estos casos se halló una relación estadísticamente significativa.

No se encontró ningún componente cuadrático entre el ADH y la EA; tampoco entre el ALH y la ABD (r^2 : 0,05; p :0,33), ALH y RE, o ALH y RI, ni entre DAH postoperatorio y la ABD o el OLH postoperatorio y la ABD.

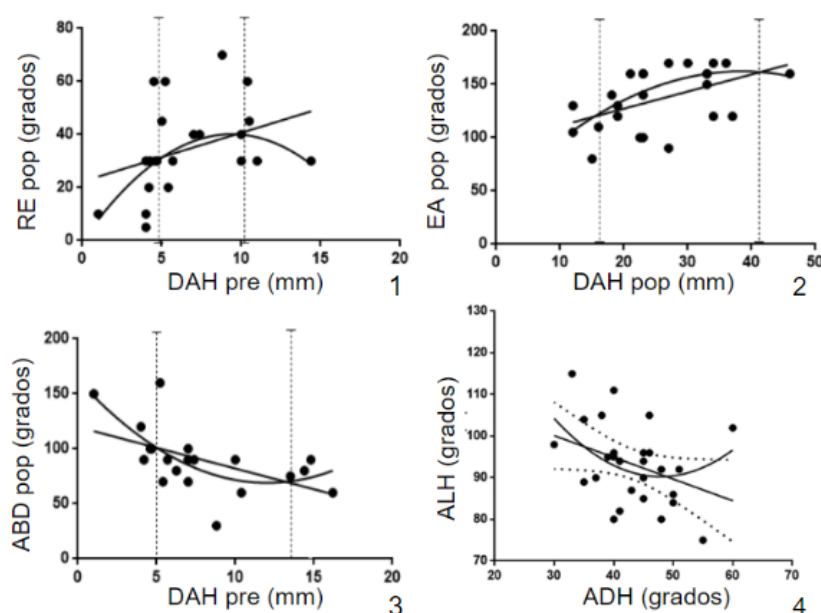


Imagen 19. Regresión lineal y componente cuadrático. 1: entre DAH (distancia acromiohumeral) pre y rotación externa (RE) pop; 2: entre DAH pop y elevación anterior (EA) pop; 3: entre DAH pre y abducción (ABD) pop; 4: entre ángulo de distalización humeral (ADH) y ángulo de lateralización humeral (ALH).

5.6 Área debajo de la curva y predicciones con ángulo de distalización humeral $\leq 45^\circ$ y con ángulo de lateralización humeral $\leq 45^\circ$ y con $ALH \geq 86^\circ$

Se utilizó el área bajo la curva ROC (ABC-ROC). Un ADH de $\leq 45^\circ$ puede predecir una $EA > 106^\circ$, con una sensibilidad (S) de 73.7% (95% IC: 48.8-90.9) y una especificidad (E) de 57.1% (95% IC: 29-96.3), con un ABC de 64% (95% IC: 0.4-0.8) (Gráfico 1, imagen 20).

Un $ALH \geq 86^\circ$ predice una $EA > 106^\circ$ con un ABC de 0.6 (95% IC: 0.4-0.8) con una S de 73.7% (95% IC: 48.8-90.9) y una E de 57.1 (95% IC: 18-90.1) (Gráfico 2, imagen 20). Un $ALH > 80^\circ$ puede predecir un rango de $ABD > 76^\circ$ con 94,12% de S y una E del 50% con un ABC de 0.62 (95% IC: 0.4-0.8) (Gráfico 3, imagen 20).

Para un ADH y una $ABD > 76^\circ$ (Gráfico 4, imagen 20) y un ADH o ALH respecto a una $RE > 20^\circ$ (Gráficos 5 y 6, imagen 20), el ADB fue de 0.62, 0.55 y 0.67 respectivamente, y los modelos no resultaron estadísticamente significativos.

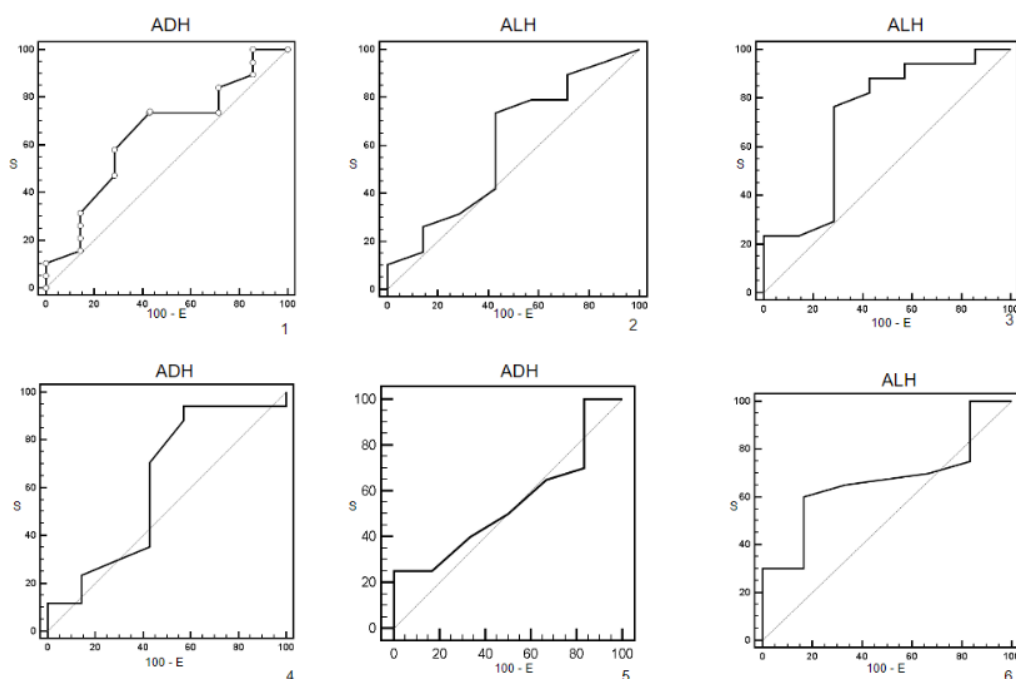


Imagen 20. Curvas ROC. **1:** Ángulo de distalización humeral (ADH) y elevación anterior (EA) $> 106^\circ$; **2:** ángulo de lateralización humeral (ALH) y EA $> 106^\circ$; **3:** entre ALH y abducción (ABD) $> 76^\circ$; **4:** ADH y ABD $> 76^\circ$; **5:** ADH y rotación externa (RE) $> 20^\circ$; **6:** ALH y RE $> 20^\circ$.

Los mejores valores de EA ($> 106^\circ$) se encontraron con ADH entre $40-45^\circ$ y con ALH entre $80-90^\circ$. Valores mayores o menores presentan menor valor predictivo positivo (VPP) (Tablas a y b de Tabla 6). Los mejores valores de ABD son hallados con ALH entre $90-100^\circ$.

Resultados menores o mayores tienen menor valor predictivo positivo (VPP) (Tabla c de tabla 6).

DSA (°)	VPP (%)	IC 95%	LSA (°)	VPP (%)	IC 95%	LSA (°)	VPP (%)	IC 95%
≤ 35°	72.7	18-99.1	≤ 80°	74.2	51.4-90.3	≤ 90°	75.03	39.4-95.6
≤ 40°	79.1	45.2-96.7	≤ 85°	80.6	54 - 90.1	≤ 95°	84.8	58.4-97.5
≤ 45°	80.1	54-95.1	≤ 90°	77.3	49-94.5	≤ 100°	76.64	53.3 - 92.1
≤ 50°	70.7	48.3-87.6						
a			b			c		

Tabla 6. Valores predictivos positivos (VPP) e intervalo de confianza (IC). VPP e IC 95% en 1: Ángulo de distalización humeral (ADH) y elevación anterior (EA) >106°; 2: Ángulo de lateralización humeral (ALH) y EA>106° y 3: ALH y abducción (ABD) >76°.

6. DISCUSIÓN

Los hallazgos principales de este estudio fueron que, utilizando una ARH lateralizada con 135° de inclinación humeral, se encontraron rangos de EA>106° con ADH entre 40-45° y ALH de 80-90°, mientras que valores de ABD>76° fueron más frecuentemente hallados con ALH entre 90-100°.

6.1 Influencia de los ángulos de lateralización y distalización en los resultados postoperatorios. Controversias.

El primer autor que propuso el uso del ADH y del ALH fue Boutsiadis y cols., quien incluyó en su trabajo dos diseños diferentes de implantes con inclinación humeral de 145° y de 155°. Sus hallazgos fueron la existencia de una regresión lineal positiva con ALH y EA y una mayor EA y ABD con un ADH entre 40° y 65°, y los mejores valores de RE con un ALH entre 75°-100° (Boutsiadis et al., 2018).

Respecto a la RE y el ALH, recientemente se describió en un estudio retrospectivo en el cual se estudiaron 501 hombros operados con ARH la presencia de mayor RE en pacientes con un ALH más elevado (Ducharme et al., 2023).

De la misma manera, luego de estudiar 203 pacientes, se describió que el valor de corte en curvas ROC para el ALH fue de 82°, correspondiendo con disminución en la EA y con un mayor rango de RI, movimiento no evaluado en este trabajo (Ducharme et al., 2023; Erickson et al., 2022).

Berthold y cols. reportaron también una correlación entre la EA y el ADH entre 40-60° y el ALH entre 75-95° en 61 pacientes utilizando un implante con inclinación humeral de 135° (Berthold

et al., 2021). Estos resultados fueron similares a los de este trabajo, donde la mejor EA se relacionó con valores de ADH de 40-45° y de ALH de 80-90°.

En esta serie de pacientes, se encontró que el ALH entre 90-100° se asocia con mejor rango de ABD; en nuestro conocimiento, esto es la primera vez que se describe.

Observamos que una $EA > 106^\circ$ se puede predecir con un ADH entre 40-45° y con ALH entre 80-90°. Estos resultados pueden ser comparados con estudios previos, donde los menores valores de EA ($< 100^\circ$) se relacionaron con ADH $< 40^\circ$ o $> 70^\circ$ y con un ALH $> 95^\circ$ (Berthold et al., 2021; Boutsiadis et al., 2018).

De la misma forma que otros autores (14-16), no encontramos un valor de corte para la RE respecto al ADH o al ALH. Sin embargo, Boutsiadis predijo una $RE > 16^\circ$ con un rango de ALH entre 75-95° (Berthold et al., 2021; Boutsiadis et al., 2018).

Finalmente, en un estudio reciente llevado a cabo por Imiolczyk et al., se analizaron 630 pacientes operados por AMR con 5 modelos diferentes de prótesis reversa. Obtuvieron valores medios de ADH de 51° (rango 7-91°) y ALH de 78° (rango 6-107°). Ni los cálculos de regresión lineal ni parabólicos para ALH o ADH revelaron asociaciones significativas con ninguno de los resultados clínicos (Imiolczyk et al., 2023).

La variabilidad en los resultados obtenidos en comparación con los publicados en la bibliografía referente a esta temática puede estar explicada en primer lugar por el número de pacientes analizados, y en segundo lugar por el tipo de prótesis utilizadas. En vista del último artículo publicado al respecto, impresiona que el cálculo del ADH y del ALH puede no ser un determinante de la movilidad postoperatoria.

6.2 Impacto de la distancia acromio-humeral en los rangos de movimiento en artroplastia reversa de hombro

En el contexto de la ARH, la DAH ha sido objeto de estudio para comprender su influencia en los resultados clínicos y funcionales. Se han observado relaciones entre la DAH y diferentes parámetros, como los rangos de RE, la ABD y la EA.

En primer lugar, se encontró una relación proporcional directa entre los valores de DAH en el rango de 5-10 mm y una mejoría en los rangos de RE (Berthold et al., 2021). Estos hallazgos sugieren que una DAH óptima en ese rango puede contribuir a una mayor amplitud de movimiento en la RE del hombro

Por otro lado, en esta serie se ha observado una asociación inversa entre la DAH y la ABD, identificando valores de ABD en el rango de 90-160° con distancias entre 5.7 y 13.5 mm. Estos resultados indican que una mayor DAH puede limitar el rango de movimiento en la ABD del hombro.

Por su parte, la DAH postoperatoria fue asociada de forma directa con la EA, encontrando que medidas entre 18-38 mm se relacionaban con valores más altos de EA.

Esto fue previamente mencionado por Jobin y cols. quien describió que pacientes con $EA > 135^\circ$ presentaban una $DAH > 38$ mm en el 90% de los casos, y aquellos con una EA menor de 135° se asociaban con una $DAH < 38$ mm en 45% de ellos. Estos hallazgos sugieren que una DAH adecuada puede contribuir a una mayor EA después de la ARH (Berthold et al., 2021; Jobin et al., 2012).

A su vez, Lädermann y cols. describieron una relación lineal positiva entre la DAH y la EA en un modelo computarizado. Este estudio respalda la idea de que la DAH desempeña un papel importante en la EA postoperatoria, donde una mayor distancia puede estar asociada con una EA más favorable (Lädermann et al., 2020).

6.3 Optimizando la lateralización y la distalización en la artroplastia reversa de hombro.

Berthold halló una correlación significativa moderada entre la RE y el ADH postoperatorio, sin embargo nuestros resultados no fueron similares (Berthold et al., 2021). En resumen, según nuestros resultados, el mejor ROM podría obtenerse con un ALH entre 80° y 100° y con un $ADH > 40^{\circ}$ y $\leq 45^{\circ}$. Tanto el ALH como el ADH proporcionan una estimación de la lateralización y distalización del húmero tras una ARH. Beltrame y cols. hallaron una relación directa entre el ALH y la ARH lateralizada y entre el ADH y la ARH más distalizada. (Beltrame et al., 2019) Nosotros identificamos una correlación lineal negativa entre esos ángulos, como informaron Boutsiadis y cols. y Beltrame y cols., lo que significa que hay un punto en el que demasiada distalización conduce a una menor lateralización (Beltrame et al., 2019; Boutsiadis et al., 2018).

Se ha demostrado que la lateralización aumenta la EA y la ER postoperatorias al restaurar el centro anatómico de rotación, optimizar el reclutamiento de las fibras musculares restantes del MR y preservar el momento rotacional del subescapular y el redondo menor, y también aumentar el momento del brazo del deltoides en un 42% (Lädermann et al., 2019, 2020; Goetti et al., 2021; Nabergoj et al., 2021).

La lateralización se puede lograr tanto en el lado glenoideo como en el humeral, o en ambos, y es una estrategia eficaz para reducir las muescas escapulares al tiempo que aumenta la capacidad de RE. En el modelo BIO-RSA (artroplastia reversa de hombro con offset aumentado con hueso) sólo hay lateralización glenoidea, en contraste con el modelo Arrow. (Boileau et al., 2017; Valenti et al., 2011) En esta serie, el ALH estuvo entre 80° y 110° para una óptima lateralización del implante, en lo que se refiere a la RE y a la ABD. Se debe tener precaución con la lateralización excesiva debido al riesgo de neuropraxia y fractura acromial (Bauer et al., 2021; Paszicsnyek et al., 2022).

Respecto a la EA, se ha descrito que podría estar influida por la lateralización, el volumen del deltoides y las comorbilidades de los pacientes (B. C. Werner et al., 2016) , aunque todavía hay debate en torno a este tema (Jeon & Rhee, 2018).

La distalización humeral permite aumentar la tensión en el músculo deltoides, aumentando así la EA (Boileau et al., 2006). Se cree que el alargamiento óptimo del húmero debe ser de unos 2 cm, sin embargo, una distalización excesiva de la ARH podría generar neuropraxia o resultar en tensiones excesivas en los tejidos blandos circundantes (Kim et al., 2020; Lädermann et al., 2009).

Por todo esto, es importante establecer los valores ideales tanto de lateralización como de distalización para obtener el mayor rango de movilidad posible, disminuyendo las complicaciones.

6.4 Relación entre puntaje de Constant-Murley resultante y medidas radiográficas

La puntuación de la escala de CM resultante fue de $69,9 \pm 7,8$, en concordancia con otros autores, oscilando entre 59 puntos en 45 pacientes a los 40 meses de seguimiento, y 86 puntos utilizando un implante lateralizado tras 10 años de seguimiento.(Boileau et al., 2006;Bacle et al., 2017) No encontramos ninguna relación entre el ALH o el ADH con el CM postoperatorio, a diferencia de Boutsiadis y cols., que describieron una asociación significativa entre el ALH y el CM en la sección de movilidad (Boutsiadis et al., 2018).

6.5 Relación entre movilidad postoperatoria y características demográficas

La movilidad media resultante en esta serie fue de 131.2° para la EA; de 35.2° para la RE, ABD de 87.1° y una RI entre L2-L3, valores similares a los descritos por numerosos autores. Entre ellos, Wiater y cols. reportaron una EA de 131° y una RE de 26.6° , empleando prótesis lateralizadas.(Wiater et al., 2014) Además, en un estudio prospectivo multicéntrico se

estudiaron 163 casos de AMR tratada con ARH con glenosfera lateraliza en pacientes de 73.1 años, hallando un rango de movilidad de EA 129° ($\pm 28^\circ$), ABD 110° ($\pm 25^\circ$) y RE 38° ($\pm 18^\circ$) a dos años de seguimiento, resultados comparables a los obtenidos en este estudio (Hasan SS et al. 2019).

No se pudo hallar una asociación entre la edad y los resultados postoperatorios en esta serie. La bibliografía referente a la relación entre la movilidad postoperatoria y la edad de los pacientes sometidos a ARH por AMR actualmente es escasa. Friedman y cols. estudiaron 660 casos de 72 $\pm$ 8 años con diagnóstico de lesión de MR o ARM. Hallaron que los pacientes más jóvenes tuvieron mayor rango de movilidad activa en la EA y en la ABD en comparación con aquellos más añosos, mientras que niveles más altos en las escalas de ASES y SPADI se encontraron asociados con pacientes con más edad. (Friedman et al., 2018) Por su parte, Monir y cols. compararon grupos de pacientes de 72 años con pérdida de EA o de RE y sin pérdida de EA o de RE. En ningún caso la edad fue un factor de riesgo. En su estudio, describieron que el sexo femenino se encontró relacionado con un menor riesgo de perder EA.(Monir et al., 2021)

Se debe mencionar que hay una carencia de investigación específica respecto a la influencia del sexo en la movilidad postoperatoria de ARH. En el estudio llevado a cabo por Hochreiter y cols. Se describió que el sexo femenino fue un predictor negativo débil independiente para el CM postoperatorio. El principal motivo puede haber sido el resultado de la combinación de una mayor discapacidad preoperatoria y una mayor incidencia de fracturas (Hochreiter et al., 2023).

Friedman y cols. detallaron que los hombres tuvieron mejor rango de movilidad en general en comparación con las mujeres. Además, aquellos pacientes de sexo masculino más jóvenes tuvieron menor RE y los mayores presentaron más RE (Friedman et al., 2018).

En esta serie se observó una tendencia al predominio del sexo femenino en los pacientes, siendo 21 el total, las cuales presentaron un mayor rango de RI respecto a los hombres. Esta

tendencia hacia una mayor representación de mujeres en nuestra muestra plantea interesantes interrogantes y posibles explicaciones. La prevalencia de ciertas condiciones médicas, características anatómicas y diferencias hormonales entre hombres y mujeres podría influir en la predisposición hacia la necesidad de someterse a ARH en el caso de las pacientes femeninas, sin embargo, en esta serie se cuenta con un bajo número de eventos, por lo que se debería contar con un mayor número de pacientes en caso de realizar estudios futuros analizando esta variable.

7. IMPLICANCIAS PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA Y LA INVESTIGACIÓN

7.1 Influencia de los ángulos de lateralización y distalización en los resultados postoperatorios. Controversias.

Los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la importancia de ajustar cuidadosamente tanto el ADH como el ALH para optimizar los rangos de movimiento postoperatorios. Este hallazgo aporta evidencia para la planificación quirúrgica en ARH, destacando que la elección de un ALH entre 80-100° y un ADH entre 40-45° puede maximizar la EA y la ABD. Desde la perspectiva clínica, estos parámetros pueden guiar la personalización de la cirugía para cada paciente. En futuras investigaciones, sería valioso explorar cómo estas medidas interactúan en un mayor número de pacientes con otros factores, como el diseño de los implantes y las características anatómicas individuales.

7.2 Impacto de la distancia acromio-humeral en los rangos de movimiento en artroplastia reversa de hombro.

El estudio sugiere que la DAH desempeña un papel clave en los resultados funcionales, particularmente en la EA y la RE. Clínicamente, este hallazgo enfatiza la necesidad de medir y optimizar la DAH, manteniéndola dentro de rangos específicos (5-10 mm para la RE y 18-38 mm para la EA). En el ámbito de la investigación, se requiere mayor análisis de los efectos de la DAH en una muestra mayor, y estudios longitudinales que evalúen cómo estas medidas influyen en los resultados a largo plazo.

7.3 Optimizando la lateralización y la distalización en la artroplastia reversa de hombro.

La optimización de la lateralización y la distalización es fundamental para equilibrar la movilidad postoperatoria y minimizar las complicaciones. En términos clínicos, estos resultados pueden ayudar a los cirujanos a determinar un equilibrio adecuado entre ambos

factores para maximizar los rangos de movilidad y reducir riesgos como neuropraxia o fracturas. Desde el punto de vista investigativo, futuras exploraciones deberían centrarse en identificar límites precisos para evitar el alargamiento excesivo del húmero o la lateralización inadecuadamente elevada, así como evaluar el impacto de nuevas tecnologías y diseños de implantes en estos parámetros.

7.4 Relación entre puntaje de Constant-Murley resultante y medidas radiográficas.

Aunque no se encontró una relación directa entre el ALH o el ADH y el puntaje de CM en este estudio, estos hallazgos subrayan la complejidad de los factores que influyen en los resultados funcionales. En la práctica clínica, es crucial considerar otros elementos, como el estado preoperatorio del paciente y la rehabilitación postoperatoria. La investigación futura podría explorar en mayor profundidad las posibles correlaciones entre las medidas radiográficas y subcomponentes específicos del puntaje CM, como la movilidad y la fuerza.

7.5 Relación entre movilidad postoperatoria y características demográficas.

Los resultados sugieren que factores como la edad y el sexo pueden influir en ciertos aspectos de la movilidad postoperatoria, aunque no se encontraron asociaciones significativas en esta serie. Estos hallazgos plantean implicancias prácticas en la selección de pacientes y la expectativa de resultados según sus características demográficas. Investigaciones futuras deberían analizar poblaciones más amplias y diversos contextos para identificar patrones más sólidos, así como explorar las diferencias anatómicas y hormonales entre hombres y mujeres que puedan afectar los resultados funcionales.

8. LIMITACIONES Y FORTALEZAS

Este estudio presenta algunas limitaciones que es importante tener en cuenta. En primer lugar, el número de pacientes evaluados fue reducido, lo que puede afectar la generalización de los resultados obtenidos y comprometer los análisis estadísticos debido a la falta de cálculo muestral y el diseño retrospectivo del estudio. Además, se debe considerar que las radiografías utilizadas, aunque estandarizadas, pueden mostrar ciertas variaciones debido a las diferentes posiciones adoptadas por los pacientes durante la toma de imágenes. Por otra parte, los ángulos de distalización y lateralización del hombro tuvieron un valor de predicción con baja especificidad, por lo que queda a criterio de los cirujanos ortopédicos considerar dichos valores en su práctica quirúrgica.

Entre las fortalezas del estudio, cabe mencionar que se trata del primer estudio a nivel nacional que se enfoca en este tipo de implantes y su relación entre mediciones radiográficas y movilidad postoperatoria. Además, a pesar de no haber hallado ninguna asociación estadísticamente significativa entre el sexo y los resultados, el análisis de esta serie contribuye al conocimiento sobre determinantes demográficos que pueden influir en los resultados funcionales esperados después de la cirugía de ARH. Se debe destacar que todos los pacientes fueron operados en el mismo centro por el mismo equipo quirúrgico, contando con un registro preciso de los resultados funcionales y con un seguimiento aceptable, lo que reduce la variabilidad en este aspecto y brinda mayor consistencia a los resultados obtenidos.

9. CONCLUSIONES. REFLEXIONES FINALES

En este estudio se determinó que un ADH entre 40-45° y un ALH de 80-100° podrían conducir a un mejor rango de movimiento en cuanto a EA y ABD en pacientes con ARM tratados con ARH. Sin embargo, se debe tener en cuenta la variabilidad de resultados en los escasos estudios llevados a cabo sobre estas mediciones radiográficas, ya que aún existen controversias en cuanto a la implicancia que tienen en la movilidad postoperatoria.

En lo que respecta a los factores demográficos, el aumento de la edad de los pacientes sometidos a ARH por AMR no parecería alterar los resultados funcionales en esta serie, y a pesar de que se sugiere en la bibliografía que el sexo femenino es un factor de riesgo para tener peores rangos de movilidad, no pudimos hallar relación entre la movilidad postoperatoria y el género. Esto cual demuestra la importancia de investigaciones futuras que aborden de manera más exhaustiva la relación entre el sexo y los resultados de la ARH. Estas investigaciones podrían permitir una mejor comprensión de las diferencias de género en la respuesta al tratamiento, la recuperación postoperatoria y los resultados a largo plazo de la ARH.

Se necesitan estudios de mayor magnitud para excluir la edad como factor de riesgo para disminución en el rango de movilidad postoperatorio y para verificar los resultados relacionados con el ADH y el ALH, así como de la DAH y su vínculo con la EA.

10. ANEXO

10.1 Autorización comité de ética



Comité de Revisión Institucional del Hospital Británico COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

Buenos Aires, 29 de Abril de 2022

De acuerdo con lo establecido en la normativa vigente, este Comité ha evaluado el proyecto de investigación que a continuación se menciona.

Código de registro: 5903

Título del protocolo: Artroplastia invertida lateralizada para las fracturas de húmero proximal a 3 y 4 fragmentos en pacientes mayores de 65 años

Patrocinador: no corresponde

Investigador principal: Tamara Dainotto

Institución donde se desarrollará: Hospital Británico

Con relación al mismo se ha recibido la siguiente documentación:

- Autorización de jefe superior
- Protocolo Fecha: 21 / 03 / 2022 Versión: N/A
- Consentimientos / asentimientos Detalle: N/A
- Material que se entrega a los sujetos, avisos de reclutamiento y otros documentos Detalle: N/A
- Declaración jurada conforme modelo del Anexo III, Resolución 2476/MSGC/2019
- CV del investigador principal

Categorización de riesgo asignado por el CEI: Riesgo mínimo

Los miembros del Comité han discutido convenientemente el proyecto, particularmente los aspectos éticos y científicos del estudio

De igual forma, han procedido a evaluar la documentación que respalda la idoneidad del investigador principal, incluyendo título profesional, matrícula profesional, curriculum vitae, certificación de especialista y capacitación en buenas prácticas clínicas. También se ha considerado la adecuación de las instalaciones para el desarrollo del estudio en evaluación.

Página 1 de 2

La presente constancia ha sido emitida a través de la Plataforma de Registro Informatizado de Investigaciones en Salud de Buenos Aires (PRIISA.BA) el día 11 de Mayo de 2022 a las 10:23 hs.



**Comité de Revisión Institucional del Hospital Británico
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**

Luego de considerar todo lo antes mencionado, el Comité de Ética en Investigación del Comité de Revisión Institucional del Hospital Británico ha decidido aprobar el protocolo de referencia para su realización en Hospital Británico, dirigido por Dainotto, Tamara como investigador principal. El presente dictamen tiene una vigencia de un (1) año.

Con relación a esta aprobación, se deja constancia que se han aprobado específicamente los documentos que se mencionan a continuación:

- Protocolo, fecha: 21 / 03 / 2022, versión: N/A
- Consentimientos/asentimientos: N/A
- Material que se entrega a los sujetos, avisos de reclutamiento y otros documentos: N/A

La investigación de referencia será supervisada de manera continua por este Comité de acuerdo con lo contemplado en sus Procedimiento Operativos Estandarizados.

Firmas por el CEI

Adriana Grosman

29-4-2022

Página 2 de 2

La presente constancia ha sido emitida a través de la Plataforma de Registro Informatizado de Investigaciones en Salud de Buenos Aires (PRIISA.BA) el día 11 de Mayo de 2022 a las 10:23 hs.

10.2 Lista de puntos STROBE

von Elm E et al. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales

Tabla 1. Declaración STROBE: lista de puntos esenciales que deben describirse en la publicación de estudios observacionales

Título y resumen	Punto	Recomendación
	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado
Introducción		
Contexto/fundamentos	2	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación que se comunica
Objetivos	3	Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada
Métodos		
Diseño del estudio	4	Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio
Contexto	5	Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos
Participantes	6	(a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad, así como las fuentes y el método de selección de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con y sin exposición Estudios de casos y controles: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso
Variables	7	Defina claramente todas las variables: de respuesta, exposiciones, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporcione los criterios diagnósticos
Fuentes de datos/medidas	8*	Para cada variable de interés, proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida
Sesgos	9	Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo
Tamaño muestral	10	Explique cómo se determinó el tamaño muestral
Variables cuantitativas	11	Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos se definieron y por qué
Métodos estadísticos	12	(a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (<i>missing data</i>) (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se aparearon casos y controles Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo (e) Describa los análisis de sensibilidad
Resultados		
Participantes	13*	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase (c) Considere el uso de un diagrama de flujo
Datos descriptivos	14*	(a) Describa las características de los participantes en el estudio (p. ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés (c) Estudios de cohortes: resuma el período de seguimiento (p. ej., promedio y total)
Datos de las variables de resultado	15*	Estudios de cohortes: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen a lo largo del tiempo Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporcione medidas resumen de exposición Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen
Resultados principales	16	(a) Proporcione estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej., intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)
Discusión		
Resultados clave	18	Resuma los resultados principales de los objetivos del estudio
Limitaciones	19	Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo
Interpretación	20	Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes
Generabilidad	21	Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa)
Otra información		
Financiación	22	Especifique la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que se basa el presente artículo

Nota: Se ha publicado un artículo que explica y detalla la elaboración de cada punto de la lista, y se ofrece el contexto metodológico y ejemplos reales de comunicación transparente^{19,20}. La lista de puntos STROBE se debe utilizar preferiblemente junto con ese artículo (gratuito en las páginas web de las revistas *PLoS Medicine* [<http://www.plosmedicine.org/>], *Annals of Internal Medicine* [<http://www.annals.org/>] y *Epidemiology* [<http://www.epidem.com/>]). En la página web de STROBE (<http://www.strobe-statement.org>) aparecen las diferentes versiones de la lista correspondiente a los estudios de cohortes, a los estudios de casos y controles y a los estudios transversales.

*Proporcione esta información por separado para casos y controles en los estudios con diseño de casos y controles. Si procede, también de los grupos con y sin exposición en los estudios de cohortes y en los transversales.

10.3 Escala de Constant - Murley

CUESTIONARIO - ESCALA DE CONSTANT-MURLEY

- Datos personales:
Nombre
Apellido
Edad
Número de teléfono
- Diagnóstico:
- Lado:
Derecho ☐
Izquierdo ☐
- Fecha de consulta:
Preoperatoria ☐
3 meses ☐
6 meses ☐
1 año ☐
..... años
Otro

Sección de evaluación subjetiva

A. Dolor.

¿Cuál fue el máximo dolor que tuvo usted en el hombro en las últimas 24 horas para realizar sus actividades habituales? (Indíquelo seleccionando un segmento) (Figura 1)



Figura 1. Escala visual análoga del dolor.

B. Actividades de la vida diaria.

Las siguientes 4 preguntas se refieren a las actividades de la vida diaria que haya realizado en la última semana.

1. ¿Cuántas de sus tareas diarias habituales le permite realizar su hombro? (Indíquelo seleccionando un segmento) (Figura 2)



Figura 2.

2. ¿Cuánto de su actividad recreativa habitual le permite realizar su hombro? (Indíquelo seleccionando un segmento) (Figura 3)



Figura 3.

3. ¿Su sueño se ve interrumpido a causa del hombro? (Marque un casillero)
- ☐ Sueño sin interrupciones
 - ☐ Interrupción ocasional
 - ☐ Interrupción todas las noches
4. ¿Hasta qué altura puede usar la mano cómodamente? (Marque un casillero)
- ☐ Por debajo de la cintura
 - ☐ Hasta la cintura
 - ☐ Hasta el esternón
 - ☐ Hasta el cuello
 - ☐ Hasta la parte superior de la cabeza
 - ☐ Por encima de la cabeza

SECCIÓN DE EVALUACIÓN OBJETIVA

C. Movilidad

1 y 2: Elevación anterior y abducción (Tabla 3)

Tabla 3.

Rango	0°-30°	31°-60°	61°-90°	91°-120°	121°-150°	151°-180°
Elevación anterior						
Abducción						
Puntos	0	2	4	6	8	10

3. Rotación externa

- ☐ Manos detrás de la cabeza, codos hacia delante
- ☐ Manos detrás de la cabeza, codos hacia atrás
- ☐ Manos en la parte superior de la cabeza, codos hacia delante
- ☐ Manos en la parte superior de la cabeza, codos hacia atrás
- ☐ Elevación completa de los brazos

4. Rotación interna

- ☐ Región lateral del muslo
- ☐ Detrás del glúteo
- ☐ Articulación sacroilíaca
- ☐ Cintura
- ☐ 12.ª vértebra torácica
- ☐ Nivel interescapular (entre los omóplatos)

D. Fuerza: puntos.

INSTRUCCIONES

A. Dolor.

Se lee al paciente la pregunta y se le entrega la hoja para que él mismo seleccione un segmento de la línea. La línea contiene 15 segmentos. Cada uno vale un punto. En caso de ser puntuado en el medio de dos segmentos, se redondea hacia arriba o hacia abajo, según cercanía con el segmento más próximo. (Figura 4)

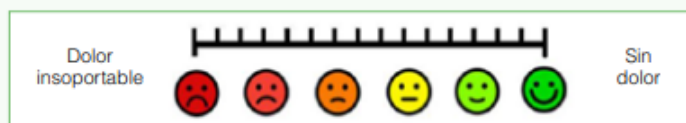


Figura 4

B. Actividades de la vida diaria.

En las siguientes dos preguntas el entrevistador leerá las preguntas y el paciente realizará una marca en el segmento elegido.

El puntaje se determina según el segmento seleccionado. Segmentos 1-3 = 4 puntos, 4-6 = 3 puntos, 7-9 = 2 puntos, 10-12 = 1 punto, 13-15 = 0 puntos. (Figuras 5 y 6)

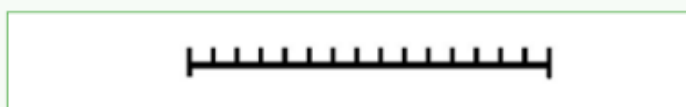


Figura 5.

1. ¿Cuántas de sus tareas diarias habituales le permite realizar su hombro?

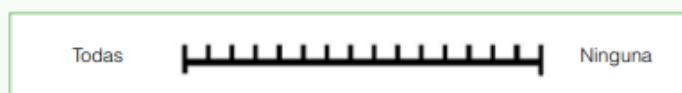
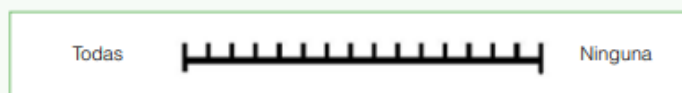


Figura 6.

2. ¿Cuánto de su actividad recreativa habitual le permite realizar su hombro?



En las preguntas 3 y 4, el entrevistador leerá las preguntas y dará verbalmente las opciones al paciente.

3. ¿Su sueño se ve interrumpido a causa del hombro?

- ☐ Sueño sin interrupciones (2 puntos)
- ☐ Interrupción ocasional (1 punto)
- ☐ Interrupción todas las noches (0 puntos)

4. ¿Hasta qué altura puede usar la mano cómodamente?

- ☐ Por debajo de la cintura (0 puntos)
- ☐ Hasta la cintura (2 puntos)
- ☐ Hasta el esternón (4 puntos)
- ☐ Hasta el cuello (6 puntos)
- ☐ Hasta la parte superior de la cabeza (8 puntos)
- ☐ Por encima de la cabeza (10 puntos)

Puntaje total para las secciones A+B (subtotal de la evaluación subjetiva, 0-35 puntos): ____ puntos

SECCIÓN DE EVALUACIÓN OBJETIVA

C. Movilidad

Se evalúa la movilidad activa indolora máxima alcanzada en cada plano de movimiento. En caso de registrar una mayor movilidad con dolor, esta no será tenida en cuenta.

Primero, el evaluador muestra el movimiento deseado y luego el sujeto lo realiza. Para todos los ejercicios, el sujeto debe estar parado y con los pies apuntando hacia delante y separados a la distancia entre hombros.

1 y 2: Elevación anterior y abducción (Tabla 3) (Figuras 7 y 8)

La elevación anterior y la abducción son registradas con un goniómetro de brazos largos. El sujeto debe realizar los movimientos sólo con el brazo afectado. (0-20 puntos) La referencia del goniómetro se coloca en el brazo y en el eje de las apófisis espinosas de la columna dorsal.

Tabla 3.

Rango	0°-30°	31°-60°	61°-90°	91°-120°	121°-150°	151°-180°
Elevación anterior						
Abducción						
Puntos	0	2	4	6	8	10



Figura 7. Elevación anterior, dividido por rangos.



Figura 8. Abducción, dividido por rangos

3. Rotación externa (Figura 9)

El sujeto debe realizar la rotación externa sin ayuda, y las manos deben estar ubicadas por encima y por detrás de la cabeza sin tocarla. El sujeto debe realizar los movimientos con ambos brazos simultáneamente, pero solo se registran los realizados con el brazo afectado. Se comienza por "manos por detrás de la cabeza, codos hacia delante". Se otorgan 2 puntos por cada movimiento completo por separado. (0-10 puntos)

- ☐ Manos detrás de la cabeza, codos hacia delante
- ☐ Manos detrás de la cabeza, codos hacia atrás
- ☐ Manos en la parte superior de la cabeza, codos hacia delante
- ☐ Manos en la parte superior de la cabeza, codos hacia atrás
- ☐ Elevación completa de los brazos



Figura 9. Rotación externa

4. Rotación interna (Figura 10)

El sujeto debe realizar la rotación interna sin ayuda y debe señalar con el dedo pulgar los puntos de referencia anatómica indicados. El sujeto debe realizar los movimientos solo con el brazo afectado. Se comienza por "región lateral del muslo". Los movimientos deben realizarse sin dolor. (0-10 puntos)

- ☐ Región lateral del muslo (0 puntos)
- ☐ Detrás del glúteo (2 puntos)
- ☐ Articulación sacroilíaca (4 puntos)
- ☐ Cintura (6 puntos)
- ☐ 12.ª vértebra torácica (8 puntos)
- ☐ Nivel interescapular (entre los omóplatos) (10 puntos)



Figura 10. Rotación interna

D. Fuerza (0-25 puntos): puntos.

La fuerza se mide con un dinamómetro digital validado para estos fines o con una balanza de resorte analógica o digital. Para realizar la evaluación, el sujeto debe estar parado, con los pies apuntando hacia delante y separados a la distancia entre hombros.

El brazo debe estar en 90 grados de abducción en el plano escapular. Si el brazo no puede elevarse a 90 grados, el puntaje es 0. La muñeca debe estar en pronación, de modo que la palma mire hacia abajo, y el codo en máxima extensión. La correa superior del dinamómetro debe colocarse alrededor de la muñeca del sujeto de manera que quede sobre la cabeza del cúbito. La correa o punto de fijación inferior del dinamómetro debe estar fija a la altura de la cintura, sobre por ejemplo, una mesa o escritorio. no debe sostener el evaluador ninguna de las correas del dispositivo. Se le pide al sujeto que empuje hacia arriba lo máximo posible durante 5 segundos. Al mismo tiempo, se lo estimula de manera verbal: Listo 3-2-1 empuje... empuje... empuje.

El puntaje se calcula a partir del mejor de un total de 3 intentos, cada uno de los cuales se realiza con un intervalo mínimo de 1 minuto entre ellos. El puntaje corresponde a la fuerza en libras (máximo 25 puntos). Si la fuerza se mide en kilogramos, el puntaje se calcula multiplicando por 2.2.

Puntaje total para las secciones C+D (subtotal de la evaluación objetiva, 0-65 puntos): ____ puntos

Puntaje total de Constant A+B+C+D (0-100 puntos): puntos.

11. BIBLIOGRAFÍA

Ackland, D. C., & Pandy, M. G. (2011). Moment arms of the shoulder muscles during axial rotation. *Journal of Orthopaedic Research*, 29(5), 658–667.
<https://doi.org/10.1002/jor.21269>

American Geriatrics Society Panel on Pharmacological Management of Persistent Pain in Older Persons. (2009). Pharmacological management of persistent pain in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(8), 1331–1346.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009>

An, K., & Morrey, B. (1990). Biomechanics of the shoulder. En C. A. Rockwood & F. A. Matsen (Eds.), *The shoulder* (pp. 208–247). W.B. Saunders.

Apoil, A., & Augereau, B. (1990). Anterosuperior arthrolysis of the shoulder for rotator cuff lesions. En M. Post, B. F. Morrey, & R. J. Hawkins (Eds.), *Surgery of the shoulder* (p. 257). Mosby-Year Book.

Arntz, C. T., Jackins, S., & Matsen, F. A., III. (1993). Prosthetic replacement of the shoulder for the treatment of defects in the rotator cuff and the surface of the glenohumeral joint. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 75(4), 485–491.
<https://doi.org/10.2106/00004623-199304000-00002>

Aumiller, W. D., & Kleuser, T. M. (2015). Diagnosis and treatment of cuff tear arthropathy. *JAAPA: Official Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 28(8), 33–38.
<https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000469435.44701.ce>

Avers, D., & Dpt, P. T. (2019). *Daniels y Worthingham: Técnicas de balance muscular: Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales*. Elsevier.

Bacle, G., Nové-Josserand, L., Garaud, P., & Walch, G. (2017). Long-term outcomes of reverse total shoulder arthroplasty: A follow-up of a previous study. *The Journal of Bone*

and Joint Surgery, 99(6), 454–461. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00223>

Bauer, S., Corbaz, J., Athwal, G. S., Walch, G., & Blakeney, W. G. (2021). Lateralization in reverse shoulder arthroplasty. *Journal of Clinical Medicine Research*, 10(22). <https://doi.org/10.3390/jcm10225380>

Beltrame, A., Di Benedetto, P., Cicuto, C., Cainero, V., Chisoni, R., & Causero, A. (2019). Onlay versus inlay humeral stem in reverse shoulder arthroplasty (RSA): Clinical and biomechanical study. *Acta Bio-Medica: Atenei Parmensis*, 90(12-S), 54–63. <https://doi.org/10.23750/abm.v90i12-S.8983>

Berthold, D. P., Morikawa, D., Muench, L. N., Baldino, J. B., Cote, M. P., Creighton, R. A., Denard, P. J., Gobezie, R., Lederman, E., Romeo, A. A., Beitzel, K., & Mazzocca, A. D. (2021). Negligible correlation between radiographic measurements and clinical outcomes in patients following primary reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Clinical Medicine Research*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/jcm10040809>

Bigliani, L. (2003). *Patología del manguito rotador*. AAOS SECOT. <https://www.secot.es/media/docs/monografias/monografia-2003-Parte-1.pdf>

Blaine, T., Moskowitz, R., Udell, J., Skyhar, M., Levin, R., Friedlander, J., Daley, M., & Altman, R. (2008). Treatment of persistent shoulder pain with sodium hyaluronate: A randomized, controlled trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 90(5), 970–979. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01116>

Boileau, P., Chuinard, C., Roussanne, Y., Bicknell, R. T., Rochet, N., & Trojani, C. (2008). Reverse shoulder arthroplasty combined with a modified latissimus dorsi and teres major tendon transfer for shoulder pseudoparalysis associated with dropping arm. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(3), 584–593. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0114-x>

Boileau, P., Moineau, G., Roussanne, Y., & O'Shea, K. (2017). Bony increased offset-

reversed shoulder arthroplasty (BIO-RSA). *JBJS Essential Surgical Techniques*, 7(4), e37. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.17.00006>

Boileau, P., Watkinson, D., Hatzidakis, A. M., & Hovorka, I. (2006). Neer Award 2005: The Grammont reverse shoulder prosthesis: Results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 15(5), 527–540. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.01.003>

Boutsiadis, A., Lenoir, H., Denard, P. J., Panisset, J.-C., Brossard, P., Delsol, P., Guichard, F., & Barth, J. (2018). The lateralization and distalization shoulder angles are important determinants of clinical outcomes in reverse shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 27(7), 1226–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.02.036>

Breivik, H., Collett, B., Ventafridda, V., Cohen, R., & Gallacher, D. (2006). Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *European Journal of Pain*, 10(4), 287–333. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.06.009>

Buchbinder, R., Green, S., & Youd, J. M. (2003). Corticosteroid injections for shoulder pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2003(CD004016). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004016>

Burkhart, S. S. (1992). Fluoroscopic comparison of kinematic patterns in massive rotator cuff tears: A suspension bridge model. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 284, 144–152. PMID: 1395284

Byun, S. D., Park, D. H., Hong, Y. H., & Lee, Z. I. (2012). The additive effects of hyaluronidase in subacromial bursa injections administered to patients with peri-articular shoulder disorder. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 36(1), 105–111. <https://doi.org/10.5535/arm.2012.36.1.105>

Cameron, K. L., Duffey, M. L., DeBerardino, T. M., Stoneman, P. D., Jones, C. J., &

Owens, B. D. (2010). Association of generalized joint hypermobility with a history of glenohumeral joint instability. *Journal of Athletic Training*, 45(3), 253–258. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.3.253>

Clement, N. D., Nie, Y. X., & McBirnie, J. M. (2012). Management of degenerative rotator cuff tears: A review and treatment strategy. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology: SMARTT*, 4(1), 48. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-4-48>

Codman, E. A. (1934). *The shoulder: Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. Boston.

Constant, C. R., & Murley, A. H. (1987). A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (214), 160-164. PMID: 3791738

Craig, R. S., Goodier, H., Singh, J. A., Hopewell, S., & Rees, J. L. (2020). Shoulder replacement surgery for osteoarthritis and rotator cuff tear arthropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4), CD012879. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012879.pub2>

DeOrio, J. K., & Cofield, R. H. (1984). Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 66(4), 563–567. <https://doi.org/10.2106/00004623-198466040-00007>

Dillon, M. T., Prentice, H. A., Burfeind, W. E., Chan, P. H., & Navarro, R. A. (2019). The increasing role of reverse total shoulder arthroplasty in the treatment of proximal humerus fractures. *Injury*, 50(3), 676–680. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.034>

Ducharme, L., Godenèche, A., Nérot, C., Aswad, R., SoFEC, ReSurg, & Garret, J. (2023). Factors that affect external rotation following reverse shoulder arthroplasty: A retrospective multi-centre study on 501 shoulders. *Archives of Orthopaedic and Traumatic Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s00402-023-04935-6>

Erickson, B. J., Werner, B. C., Griffin, J. W., Gobezie, R., Lederman, E., Sears, B. W., Bents, E., & Denard, P. J. (2022). A comprehensive evaluation of the association of radiographic measures of lateralization on clinical outcomes following reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 31(5), 963–970. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.10.010>

Feeley, B. T., Gallo, R. A., & Craig, E. V. (2009). Cuff tear arthropathy: Current trends in diagnosis and surgical management. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18(3), 484–494. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2008.11.003>

Frankle, M., Marberry, S., & Pupello, D. (2015). Reverse shoulder arthroplasty: Biomechanics, clinical techniques, and current technologies. In *Shoulder surgery: A guide to the principles and practice* (pp. 73–84). Springer.

Friedman, R. J. (1997). Biomechanics of the rotator cuff. In O. F. Gazielly, P. Gleyze, & T. Thomas (Eds.), *The cuff* (pp. 34–37). Elsevier.

Friedman, R. J., Cheung, E. V., Flurin, P.-H., Wright, T., Simovitch, R. W., Bolch, C., Roche, C. P., & Zuckerman, J. D. (2018). Are age and patient gender associated with different rates and magnitudes of clinical improvement after reverse shoulder arthroplasty? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 476(6), 1264–1273. <https://doi.org/10.1007/s11999.00000000000000270>

Gartsman, G. M., et al. (2008). The Constant-Murley score: A review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(2), 355-361. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.022>

Gerber, C., Fuchs, B., & Hodler, J. (2000). The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 82(4), 505–515. <https://doi.org/10.2106/00004623-200004000-00006>

Goetti, P., Denard, P. J., Collin, P., Ibrahim, M., Mazzolari, A., & Lädermann, A. (2021). Biomechanics of anatomic and reverse shoulder arthroplasty. *EFORT Open Reviews*,

6(10), 918–931. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210014>

Goldberg, S. S., Bell, J.-E., Kim, H. J., Bak, S. F., Levine, W. N., & Bigliani, L. U. (2008). Hemiarthroplasty for the rotator cuff-deficient shoulder. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 90(3), 554–559. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01029>

Goutallier, D., Postel, J. M., Bernageau, J., Lavau, L., & Voisin, M. C. (1994). Fatty muscle degeneration in cuff ruptures: Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 304, 78–83. PMID: 8020238

Grammont, P. M., Trouilloud, P., Laffay, J. P., & Deries, X. (1987). Étude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatologie*, 39, 17–22.

Greiner, S., Schmidt, C., König, C., Perka, C., & Herrmann, S. (2013). Lateralized reverse shoulder arthroplasty maintains rotational function of the remaining rotator cuff. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 471(3), 940–946. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2692-x>

Gómez, D., Dainotto, T., Moya, D., & Patiño, J. M. (2022). Traducción y adaptación transcultural del Constant-Murley Score al español de la Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 87(4), 579–592.

Grammont, P. M., & Baulot, E. (1993). Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics*, 16(1), 65–68. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19930101-11>

Greene, W. B., & Heckman, J. D. (1994). *The clinical measurement of joint motion (cap. 4)*. American Academy of Orthopaedic Surgeons.

Gumina, S. (2016). Rotator cuff tear: Pathogenesis, evaluation, and treatment. In *Shoulder surgery: A guide to the principles and practice* (pp. 25–49, 97–101). Springer.

Hamada, K., Fukuda, H., Mikasa, M., & Kobayashi, Y. (1990). Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears: A long-term observation. *Clinical Orthopaedics and Related*

Research, 254, 92–96. PMID: 2323152

Harman, M., Frankle, M., Vasey, M., & Banks, S. (2005). Initial glenoid component fixation in “reverse” total shoulder arthroplasty: A biomechanical evaluation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 14(1 Suppl S), 162S–167S. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.09.030>

Hochreiter, B., Selman, F., Calek, A.-K., Kriechling, P., Götschi, T., Grubhofer, F., Wieser, K., & Bouaicha, S. (2023). Why is female gender associated with poorer clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty? *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2023.04.034>

Hockman, D. E., Lucas, G. L., & Roth, C. A. (2004). Role of the coracoacromial ligament as restraint after shoulder hemiarthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 419, 80–82. <https://doi.org/10.1097/00003086-200402000-00014>

Hasan, S. S., Levy, J. C., Leitze, Z. R., Kumar, A. G., Harter, G. D., & Krupp, R. J. (2019). Reverse shoulder prosthesis with a lateralized glenosphere: Early results of a prospective multicenter study stratified by diagnosis. *Journal of Shoulder and Elbow Arthroplasty*, 3. <https://doi.org/10.1177/2471549219844040>

Hurov, J. (2009). Anatomy and mechanics of the shoulder: Review of current concepts. *Journal of Hand Therapy*, 22(4), 328–342. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2009.05.002>

Huri, G., Familiari, F., Moon, Y. L., Doral, M. N., & Muccioli, G. M. M. (Eds.). (2019). *Shoulder arthroplasty: The shoulder club guide* (1a ed.). Springer Nature. ISBN 9783030192853.

Imiolczyk, J.-P., Imiolczyk, T., Góralczyk, A., Scheibel, M., & Freisleder, F. (2023). Lateralization and distalization shoulder angles do not predict outcome in reverse shoulder arthroplasty for cuff tear arthropathy. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2023.05.031>

Jain, N. B., Wilcox, R. B., 3rd, Katz, J. N., & Higgins, L. D. (2013). Clinical examination of the rotator cuff. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 5(1), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.08.019>

Jensen, K. L., Williams, G. R., Jr., Russell, I. J., & Rockwood, C. A., Jr. (1999). Rotator cuff tear arthropathy. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 81(9), 1312–1324. <https://doi.org/10.2106/00004623-199909000-00013>

Jeon, Y. S., & Rhee, Y. G. (2018). Factors associated with poor active anterior elevation after reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 27(5), 786–793. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.027>

Jobin, C. M., Brown, G. D., Bahu, M. J., Gardner, T. R., Bigliani, L. U., Levine, W. N., & Ahmad, C. S. (2012). Reverse total shoulder arthroplasty for cuff tear arthropathy: The clinical effect of deltoid lengthening and center of rotation medialization. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 21(10), 1269–1277. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.08.049>

Jomaa, M., Hollman, F., Page, R., Launay, M., Cutbush, K., Gupta, A., & Pareyon, R. (2023). Computed tomography scanning prior to total shoulder arthroplasty: Is it really an inevitable prerequisite? Population-level analysis from the Australian registry. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 32(5), e267–e268. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2023.02.087>

Kane, S. M., Dave, A., Haque, A., & Langston, K. (2006). The incidence of rotator cuff disease in smoking and non-smoking patients: A cadaveric study. *Orthopedics*, 29(4), 363–366. <https://doi.org/10.3928/01477447-20060401-17>

Kapandji, A. I. (2006). *Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica articular. Hombro, codo, pronosupinación, muñeca, mano* (cap. 1, pp. 2-70). Médica Panamericana.

Kasper, D. L., Wiener, C., & Fauci, A. S. (2004). *Harrison's principles of internal medicine* (16 ed., pp. 2216-2233). McGraw-Hill.

Kim, H. J., Kwon, T. Y., Jeon, Y. S., Kang, S. G., Rhee, Y. G., & Rhee, S.-M. (2020). Neurologic deficit after reverse total shoulder arthroplasty: Correlation with distalization. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 29(6), 1096–1103. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.11.014>

Kuroda, S., Sumiyoshi, T., Moriishi, J., Maruta, K., & Ishige, N. (2001). The natural course of atraumatic shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 10(2), 100–104. <https://doi.org/10.1067/mse.2001.111962>

Lädermann, A., Denard, P. J., Collin, P., Zbinden, O., Chiu, J. C.-H., Boileau, P., Olivier, F., & Walch, G. (2020). Effect of humeral stem and glenosphere designs on range of motion and muscle length in reverse shoulder arthroplasty. *International Orthopaedics*, 44(3), 519–530. <https://doi.org/10.1007/s00264-019-04463-2>

Lädermann, A., Tay, E., Collin, P., Piotton, S., Chiu, C.-H., Michelet, A., & Charbonnier, C. (2019). Effect of critical shoulder angle, glenoid lateralization, and humeral inclination on range of movement in reverse shoulder arthroplasty. *Bone & Joint Research*, 8(8), 378–386. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.88.BJR-2018-0293.R1>

Lädermann, A., Williams, M. D., Melis, B., Hoffmeyer, P., & Walch, G. (2009). Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18(4), 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.03.012>

Mattei, L., Mortera, S., Arrigoni, C., & Castoldi, F. (2015). Anatomic shoulder arthroplasty: An update on indications, technique, results and complication rates. *Joints*, 3(2), 72–77. <https://doi.org/10.11138/jts/2015.3.2.072>

McCarty, D. J. (1991). Milwaukee shoulder syndrome. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 102, 271–283; discussion 283–284. PMID:

McCarty, D. J., Halverson, P. B., Carrera, G. F., Brewer, B. J., & Kozin, F. (1981). "Milwaukee shoulder"—association of microspheroids containing hydroxyapatite crystals, active collagenase, and neutral protease with rotator cuff defects. I. Clinical aspects. *Arthritis and Rheumatism*, 24(3), 464–473. <https://doi.org/10.1002/art.1780240303>

Meislin, R. J., Sperling, J. W., & Stitik, T. P. (2005). Persistent shoulder pain: Epidemiology, pathophysiology, and diagnosis. *American Journal of Orthopedics*, 34(12 Suppl), 5–9. <https://doi.org/10.1016/j.ajoo.2005.11.001>

Middernacht, B., De Wilde, L., Molé, D., Favard, L., & Debeer, P. (2008). Glenosphere disengagement: A potentially serious default in reverse shoulder surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(4), 892–898. <https://doi.org/10.1007/s11999-007-0090-6>

Minagawa, H., Yamamoto, N., Abe, H., Fukuda, M., Seki, N., Kikuchi, K., Kijima, H., & Itoi, E. (2013). Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: From mass-screening in one village. *Journal of Orthopaedics*, 10(1), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2013.01.008>

Monir, J. G., Tams, C., Wright, T. W., Parsons, M., King, J. J., & Schoch, B. S. (2021). Preoperative factors associated with loss of range of motion after reverse shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(10), e621–e628. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.02.010>

Nabergoj, M., Onishi, S., Lädermann, A., Kalache, H., Trebše, R., Bothorel, H., & Collin, P. (2021). Can lateralization of reverse shoulder arthroplasty improve active external rotation in patients with preoperative fatty infiltration of the infraspinatus and teres minor? *Journal of Clinical Medicine Research*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/jcm10184130>

Nam, D., Maak, T. G., Raphael, B. S., Kepler, C. K., Cross, M. B., & Warren, R. F. (2012). Rotator cuff tear arthropathy: Evaluation, diagnosis, and treatment: AAOS exhibit selection. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 94(6), e34. <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.00746>

Neer, C. S., 2nd, Craig, E. V., & Fukuda, H. (1983). Cuff-tear arthropathy. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 65(9), 1232–1244.

Parsons, I. M., Apreleva, M., Fu, F. H., & Woo, S. L. Y. (2002). The effect of rotator cuff tears on reaction forces at the glenohumeral joint. *Journal of Orthopaedic Research*, 20(3), 439–446. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(01\)00137-1](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(01)00137-1)

Paszicsnyek, A., Jo, O., Rupasinghe, H. S., Ackland, D. C., Treseder, T., Pullen, C., Hoy, G., Ek, E. T., & Ernstbrunner, L. (2022). Factors influencing acromial and scapular spine strain after reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review of biomechanical studies. *Journal of Clinical Medicine Research*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/jcm11020361>

Poppen, N. K., & Walker, P. S. (1976). Normal and abnormal motion of the shoulder. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(2), 195–201.

Ramirez, M. A., Ramirez, J., & Murthi, A. M. (2012). Reverse total shoulder arthroplasty for irreparable rotator cuff tears and cuff tear arthropathy. *Clinics in Sports Medicine*, 31(4), 749–759. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.04.005>

Rochelle, T. L., Yeung, D. K. Y., Bond, M. H., & Li, L. M. W. (2015). Predictors of the gender gap in life expectancy across 54 nations. *Psychology, Health & Medicine*, 20(2), 129–138. <https://doi.org/10.1080/13548506.2014.936884>

Rockwood, C. A., Jr, Williams, G. R., Jr, & Burkhead, W. Z., Jr. (1995). Débridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 77(6), 857–866. <https://doi.org/10.2106/00004623-199506000-00006>

Rocourt, M. H., Radlinger, L., et al. (2008). Evaluation of intratester and intertester reliability of the Constant-Murley shoulder assessment. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(3), 493-496. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.024>

Rugg, C. M., Gallo, R. A., Craig, E. V., & Feeley, B. T. (2018). The pathogenesis and management of cuff tear arthropathy. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 27(12), 2271–2283. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.07.020>

Sanchez-Sotelo, J., Cofield, R. H., & Rowland, C. M. (2001). Shoulder hemiarthroplasty for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 83(12), 1814–1822. <https://doi.org/10.2106/00004623-200112000-00008>

Schairer, W. W., Nwachukwu, B. U., Lyman, S., Craig, E. V., & Gulotta, L. V. (2015). National utilization of reverse total shoulder arthroplasty in the United States. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.026>

Sedgwick, P. (2013). Convenience sampling. *British Medical Journal*, 347, f6304. <https://doi.org/10.1136/bmj.f6304>

Sharkey, N. A., & Marder, R. A. (1995). The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(3), 270–275. <https://doi.org/10.1177/036354659502300303>

Sirveaux, F., Favard, L., Oudet, D., Huquet, D., Walch, G., & Molé, D. (2004). Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff: Results of a multicentre study of 80 shoulders. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 86(3), 388–395. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.86B3.14024>

Stey, A. M., Ghneim, M., Gurney, O., Santos, A. P., Rattan, R., Abahuje, E., Baskaran, A., Nahmias, J., Richardson, J., Zakrison, T. L., Baily, Z. D., Haut, E. R., Chaudhary, M.,

Joseph, B., Zarzaur, B., Hendershot, K., et al. (2023). Creation of standardized tools to evaluate reporting in health research: Population Reporting Of Gender, Race, Ethnicity & Sex (PROGRES). *PLOS Global Public Health*, 3(9), e0002227. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002227>

Svendsen, S. W., Bonde, J. P., Mathiassen, S. E., Stengaard-Pedersen, K., & Frich, L. H. (2004). Work-related shoulder disorders: Quantitative exposure-response relations with reference to arm posture. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(10), 844–853. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.010637>

Turman, K. A., Anderson, M. W., & Miller, M. D. (2010). Massive rotator cuff tear in an adolescent athlete: A case report. *Sports Health*, 2(1), 51–55. <https://doi.org/10.1177/1941738109350404>

Valenti, P., Sauzières, P., Katz, D., Kalouche, I., & Kilinc, A. S. (2011). Do less medialized reverse shoulder prostheses increase motion and reduce notching? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 469(9), 2550–2557. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1844-8>

van der Windt, D.A. W.M., & Bouter, L. M. (2003). Physiotherapy or corticosteroid injection for shoulder pain? *Annals of the Rheumatic Diseases*, 62(5), 385–387. <https://doi.org/10.1136/ard.62.5.385>

Vandenbroucke, J. P., von Elm, E., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Mulrow, C. D., Pocock, S. J., Poole, C., Schlesselman, J. J., Egger, M., & STROBE Initiative. (2007). Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 18(6), 805–835. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181577511>

von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2008). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology

(STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 61(4), 344-349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>

Visotsky, J. L., Basamania, C., Seebauer, L., Rockwood, C. A., & Jensen, K. L. (2004). Cuff tear arthropathy: Pathogenesis, classification, and algorithm for treatment. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 86-A(Suppl 2), 35–40. <https://doi.org/10.2106/00004623-200412002-00007>

Vrotsou, K., Ávila, M., Machón, M., Mateo-Abad, M., Pardo, Y., Garin, O., Zaror, C., González, N., Escobar, A., & Cuéllar, R. (2018). Constant-Murley Score: Systematic review and standardized evaluation in different shoulder pathologies. *Quality of Life Research*, 27(9), 2217–2226. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-1875-7>

Walker, M., Brooks, J., Willis, M., & Frankle, M. (2011). How reverse shoulder arthroplasty works. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 469(9), 2440–2451. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1892-0>

Werner, B. C., Wong, A. C., Mahony, G. T., Craig, E. V., Dines, D. M., Warren, R. F., & Gulotta, L. V. (2016). Causes of poor postoperative improvement after reverse total shoulder arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 25(8), e217–e222. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.01.002>

Werner, C. M. L., Steinmann, P. A., Gilbert, M., & Gerber, C. (2005). Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the Delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 87(7), 1476–1486. <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.02342>

Wiater, J. M., Moravek, J. E., Jr, Budge, M. D., Koueiter, D. M., Marcantonio, D., & Wiater, B. P. (2014). Clinical and radiographic results of cementless reverse total shoulder arthroplasty: A comparative study with 2 to 5 years of follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(8), 1208–1214. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.11.032>

Williams, G. R., Jr, & Rockwood, C. A., Jr. (1996). Hemiarthroplasty in rotator cuff-deficient shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 5(5), 362–367. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01029>

Yılmaz, S., Vayisoğlu, T., & Çolak, M. A. (2020). Shoulder anatomy. In *Shoulder Arthroplasty* (pp. 1–25). Springer International Publishing.

Young, S. W., Everts, N. M., Ball, C. M., Astley, T. M., & Poon, P. C. (2009). The SMR reverse shoulder prosthesis in the treatment of cuff-deficient shoulder conditions. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18(4), 622–626. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.01.017>

Zuckerman, J. D., Scott, A. J., & Gallagher, M. A. (2000). Hemiarthroplasty for cuff tear arthropathy. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 9(3), 169–172. PMID: 10888158