

Tratamiento con artroplastia modular en fracturas de cabeza del radio Mason III

Modular arthroplasty treatment in Mason type III radial head fractures

Guerrero Mera, Javier
Sánchez Martos, Maximiliano
Angulo Gutiérrez, Jorge

Hospital Universitario Valme, Sevilla.

javier338@hotmail.es

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2020; 37 (2/4): 08-17

Recepción: 3/02/2020. Aceptación: 26/07/2020

Resumen

Objetivos

Los objetivos del estudio fueron revisar la literatura y evaluar los resultados clínicos y funcionales en pacientes con fractura de cabeza del radio desplazada Mason III tratados con artroplastia.

Material y métodos

Se realiza un estudio descriptivo prospectivo evaluando que incluyó a 30 pacientes con fractura de cabeza de radio Mason III tratadas mediante artroplastia en nuestro servicio entre 2012 y 2016 evaluando sus resultados clínicos.

Resultados

Los resultados funcionales fueron muy satisfactorios con una puntuación media en la Mayo Elbow Performance Score (MEPS) 96,3 y en general obteniendo un buen balance articular con un déficit medio de 5° para la extensión máxima y 10° para la flexión máxima, la pronosupinación media

Abstract

Background

Radial head fractures constitute 2% to 5% of all fractures. Mason type III and IV displaced fractures have a surgical indication and radial head arthroplasty is an alternative way of the treatment.

Despite the increasing study of radial head fractures, the growing understanding of the anatomy, biomechanics, and biokinetics of the elbow, and the evolution of surgical techniques, there is currently no consensus on the treatment of displaced radial head fractures.

The objectives of the study were to review the literature and evaluate the clinical and functional outcomes in patients with Mason III displaced radial head fracture treated with arthroplasty.

Methods

A prospective descriptive study was conducted that included 30 patients with Mason III radius head fracture treated by arthroplasty in our

fue de 161°. La media del dolor al año tras la cirugía fue de 1,8 puntos en escala EVA. Los pacientes intervenidos en las primeras 48 horas tuvieron mejores puntuaciones que los pacientes intervenidos tras 48 horas pero sin hallarse una relación estadísticamente significativa. Existieron complicaciones en el 18% de los casos, todas fueron leves y resueltas excepto dos movilizaciones asépticas que requirieron retirada del material protésico.

Conclusiones

Consideramos que el tratamiento de fracturas de cabeza radial Mason III con artroplastia de cabeza del radio es un tratamiento válido, reproducible con resultados óptimos a corto y medio plazo tanto desde el punto de vista clínico como funcional. Así pues creemos que es necesario realizar estudios más amplios con un mayor número de pacientes intentando confrontar tratamientos diferentes.

Palabras clave: fractura, cabeza radial, artroplastia, resultado.

hospital between 2012 and 2016, evaluating their clinical results.

Results

The functional results were very satisfactory with a mean score on the Mayo Elbow Performance Score (MEPS) 96.3 and in general obtaining a good joint balance with an average deficit of 5° for maximum extension and 10° for maximum flexion, mean pronosupination was 161°. The mean pain one year after surgery was 1.8 points on the VAS scale. Patients operated on in the first 48 hours had better scores than patients operated on after 48 hours, but without a statistically significant relationship. There were complications in 18% of the cases, all were mild and resolved except for two aseptic mobilizations that required removal of the prosthetic material.

Conclusions

We consider that the treatment of Mason III radial head fractures with radial head arthroplasty is a valid, reproducible treatment with optimal results in the short and medium term both from a clinical and functional point of view. We believe that it is necessary to carry out larger studies with a greater number of patients trying to confront different treatments.

Key words: fracture, radial head, arthroplasty, result.

Introducción

Las fracturas de la cabeza radial constituyen entre el 2 y el 5% de todas las fracturas (1, 2), siendo la localización más frecuente de las fracturas de codo en adultos (1). La lesión ocurre frecuentemente en mujeres y en pacientes activos de mediana edad con un mecanismo indirecto de lesión que suele implicar una caída sobre la mano con el brazo extendido y en pronación, lo que crea una carga axial sobre el codo.

Mason originalmente clasificó estas fracturas siendo ésta modificada posteriormente por

Broberg y Morrey para incluir los parámetros de desplazamiento y tamaño. Actualmente sigue siendo la clasificación más extendida y utilizada. Las fracturas desplazadas, tipo III y IV de Mason tienen una indicación quirúrgica si hay un desplazamiento de más de 3 mm pudiendo realizar una reducción abierta y fijación interna, una exéresis de la cabeza o una artroplastia de cabeza del radio (ACR). Figura 1



Figura 1

La estabilidad de la fractura está en relación con la presencia de fracturas asociadas en el codo y lesiones ligamentarias. En fracturas desplazadas con 2 o 3 fragmentos sintetizables el tratamiento de elección es la reducción abierta y fijación con osteosíntesis. La fragmentación o comunicación importante de la cabeza del radio puede condicionar el tratamiento con reducción abierta y fijación interna debido a que el aporte vascular de la epífisis proximal del radio está limitado a pequeños vasos intraarticulares asociándose a osteonecrosis, ausencia de consolidación o desplazamientos secundarios por lo que en casos en los que haya un compromiso de más del 30% de la cabeza del radio con conminución o que ésta no sea reconstruible es preferible el tratamiento con ACR.

Nuestra noción sobre la anatomía y la biomecánica ha cambiado en las últimas décadas (3) pasando de considerar la cabeza del radio como un elemento prescindible a una estructura importante en la estabilidad del codo y cuya lesión conduce a déficit y limitaciones funcionales. La cabeza radial es un importante estabilizador secundario del codo y el antebrazo, y su integridad se vuelve crucial para la estabilidad del codo, especialmente en el caso de una alteración de los ligamentos colaterales. Las fracturas desplazadas de cabeza del radio se suelen asociar a lesiones ligamentarias y el tratamiento con exéresis de cabeza del radio puede conllevar una inestabilidad en el codo. En estos casos de fracturas inestables es necesario restaurar la columna lateral del codo otorgando estabilidad en el plano coronal por medio de una ACR.

A pesar del aumento de estudio sobre las fracturas de cabeza radial, la creciente comprensión de la anatomía, biomecánica y biocinética del codo, y la evolución de las técnicas quirúrgicas, actualmente no hay consenso en el tratamiento de fracturas de cabeza radial desplazadas.

Los objetivos del presente estudio fueron revisar la literatura y evaluar los resultados clínicos y funcionales en pacientes con fractura de cabeza del radio desplazada Mason III tratados con artroplastia.

Materiales y Métodos

Cohorte de estudio

Realizamos una búsqueda de la base de datos de nuestro hospital para identificar los pacientes adultos tratados con artroplastia de cabeza de radio por fractura. Las fracturas se clasificaron según la clasificación de Mason modificada seleccionando las fracturas desplazadas tipo III.

De forma prospectiva se seleccionaron 30 pacientes consecutivos donde los criterios de inclusión fueron las fracturas tipo III de Mason tratados con artroplastia de cabeza del radio. Se excluyeron los pacientes menores de 18 años, fracturas antiguas de codo, deterioro cognitivo severo y con menos de 12 meses de seguimiento.

En un periodo comprendido entre 2012 y 2016 se estudian variables demográficas (edad, sexo, tipo de fractura y lateralidad) así como el tiempo hasta intervención y la estancia hospitalaria. Se estudia a su vez el dolor de los pacientes por medio de la Escala Valoración Analógica (EVA) y la funcionalidad articular por medio de Escalas funcionales: DASH y MEPS.

De forma preoperatoria se determinó el dolor cuantificado en escala analógica del dolor (EVA) evaluando la presencia de déficit motor o sensitivo. En todos los casos se realizó un estudio radiográfico y una Tomografía axial computadorizada para el correcto diagnóstico de las lesiones intrarticulares del codo.

Intraoperatoriamente se evaluó la estabilidad del codo bajo radioescopia determinando la necesidad de reconstrucción de ligamentos laterales.

Técnica quirúrgica

En todos los casos los pacientes fueron intervenidos por un cirujano perteneciente a la Unidad de Miembro Superior de nuestro Servicio. Con el paciente en decúbito supino en isquemia con manguito de tensión a 250 mm Hg en raíz de miembro, se usó un abordaje posterolateral de codo estableciendo como referencias anatómicas epicondilo lateral, cabeza del radio y cresta cubital.

Se realiza una incisión desde epicondilo lateral posterior hacia olecranon posterior de aproximadamente 5 cm con el antebrazo en pronación para evitar lesión del nervio interóseo posterior incidiendo entre el ancóneo y el extensor común de los dedos para acceder a la capsula articular. Se incide la capsula evitando lesionar el ligamento colateral cubital lateral y reseca la cabeza radial en los mínimos fragmentos posibles para poder reconstruirla para poder medir con más exactitud el implante.

Tras la resección de fragmentos óseos de la cabeza del radio se realiza una regularización del cuello intentando mantener integro el ligamento anular y se fresa el canal radial. Preparación del canal intramedular, se utilizan las rasps del tamaño gradualmente creciente hasta la que encaje perfectamente en el canal a la profundidad adecuada.

Se colocan los componentes de prueba y tras una correcta comprobación se decide los componentes definitivos y se colocan impactando la cúpula radial y reduciendo la articulación. Se utilizó una prótesis bipolar con un diseño anatómico que consiste en múltiples diámetros de vástago y tamaños de cabeza que ofrece una buena opción para cada paciente y son un diseño press-fit bipolar que proporciona crecimiento biológico. Figura 2

Seguimiento y Evolución clínica

La evaluación clínica de los pacientes se completó de forma preoperatoria y después postoperatoriamente al alta, a los 3 meses, 6 meses y anualmente.

Las revisiones clínicas se ajustaron modificándose en caso de aparición de complicaciones.

Por protocolo se inmovilizó con férula braquial posterior durante una semana tras la cual se



Figura 2

retira y se realiza la cura de la herida quirúrgica por parte de nuestro personal de enfermería de consultas externas. En esa visita se comprueba la correcta evolución de la herida y se explica la movilización del codo.

En todos los casos se les facilitó una tabla de ejercicios permitiendo movilidad desde la segunda semana postoperatoria, se realizó interconsulta al Servicio de Rehabilitación de forma protocolaria siendo valorados al mes desde el alta.

Posteriormente en cada una de las consultas de revisión se cuantificó la existencia de dolor, el balance articular del codo intervenido, la aparición de alguna complicación, así como se les pasó la escala de MEPS para valorar resultados clínicos tras la intervención.

La duración mediana del seguimiento de estos pacientes fue de 13 meses con un rango intercuartilico [6-24].

Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó en programa SPSS 21 (IBM®)

Se realizó el Test de Shapiro-Wilk para determinar que la muestra seguía una distribución no normal por lo que se han empleado test no paramétricos para su estudio.

Hemos realizados la Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes a las principales variables para valorar la obtención de diferentes resultados clínicos expresados en las escalas MEPS y DASH.

Resultados

La edad media de los pacientes fue de 51 años (entre 27 y 73 años) sin existir un predominio de género (50%). En el estudio de la lateralidad no se apreciaron diferencias siendo el codo dominante el más afectado en el 52% de los casos. El tiempo medio desde el ingreso hasta la intervención quirúrgica fue de 4 (1-9 días) días con una estancia hospitalaria media de 6 días (2-14 días). El seguimiento medio fue de dos años y 3 meses (27 meses) con un seguimiento máximo de 6 años y medio.

En 38% de los pacientes presentaban lesiones asociadas tales como lesión ligamentos del codo (18%), fractura de coronoides (14%), fractura de extremo distal de radio (3%) y paresia radial (3%).

Para la medición del dolor se usó la escala analógica visual que se anotó al mes tras la cirugía con una media de 5,7, siendo de media 4 a los 3 meses y 2,5 a los seis.

La media del dolor al año tras la cirugía fue de 1,8 puntos en escala EVA.

Los resultados funcionales fueron muy satisfactorios con una puntuación media en la Mayo Elbow Performance Score (MEPS) 96,3 considerando como resultados excelentes a 16 pacientes y en general obteniendo un buen balance articular con un déficit medio de 5° para la extensión máxima y 10° para la flexión máxima, la pronosupinación media fue de 156°. Sólo 2 pacientes obtuvieron una puntuación regular en la escala MEPS. La mayoría de los pacientes realizaron rehabilitación como parte de su recuperación funcional (93%). Igualmente se obtuvieron muy buenos resultados con la escala The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) 19. Las actividades que más dificultad le supuso a los pacientes en su recuperación fueron las de higiene personal y entretenimiento.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas que sugirieran que un mayor dolor

reflejado en la escala de puntuación EVA se acompañara de peores resultados funcionales utilizando la escala DASH y MEPS. Los pacientes intervenidos en las primeras 48 horas tuvieron mejores puntuaciones que los pacientes intervenidos tras 48 horas pero sin encontrar una relación estadísticamente significativa. Aunque no existe evidencia que sostenga la cirugía precoz. Tampoco encontramos una relación estadísticamente significativa entre el tiempo de hospitalización y la presencia de complicaciones.

Existieron complicaciones en el 18% de los casos, todas fueron leves y resueltas excepto dos movilizaciones asépticas que requirieron retirada del material protésico. Uno de los pacientes sufrió una neuroapraxia del interóseo posterior que se autolimitó con recuperación completa. No hubo relación estadísticamente significativa entre el tiempo hasta la intervención quirúrgica ni el tiempo de hospitalización respecto a la presencia de complicaciones.

Durante el tiempo de seguimiento se precisó cirugía de revisión de la artroplastia en dos casos de movilización protésica (6,7%).

En la Tabla 1 se resumen los principales resultados funcionales e incidencia de retirada protésica.

MEPS	96,3
DASH	19
EVA	1,8
FLEXIÓN	140°
EXTENSIÓN	-5°
PRONACIÓN	80
SUPINACIÓN	76
RETIRADA PROTÉSICA	2 (7,6%)

Tabla 1. Resumen de los principales resultados funcionales e incidencia de retirada protésica.

Radiográficamente el 77% de los casos fueron normales, describiéndose estos por la ausencia de líneas de fracturas periprotésicas, áreas de osteólisis y/o calcificaciones. De igual modo se hallaron 4 casos de osteólisis, dos de ellas sintomáticas y 2 casos de calcificaciones sobre epitróclea que no afectaron a nivel de dolor ni función del codo.

Discusión

En fracturas quirúrgicas de cabeza del radio no sintetizable la artroplastia es un tratamiento que permite estabilizar tanto en varo como en valgo el codo así como la articulación radiocubital distal. Esta opción quirúrgica otorga mejor resultado disminuyendo el riesgo de degeneración e inestabilidad de muñeca¹ en comparación con la resección simple de cabeza radial² donde se produce una degeneración articular asociado a un progresivo cúbito valgo y un alargamiento del ligamento colateral ulnar (UCL) que conduce a una inestabilidad crónica del codo. (4)

Lindenhovius y cols (5) en su estudio prospectivo evidenció una mayor tasa de complicaciones y una menor tasa de satisfacción en pacientes intervenidos con reducción abierta y fijación interna con osteosíntesis respecto a la artroplastia de cabeza del radio, esta menor tasa de complicaciones fue publicado en otros estudios (6, 7, 8, 9). En un estudio realizado por Ring y cols (6), los autores mostraron que la reducción abierta y fijación interna (RAFI) de las fracturas Mason II y Mason III con más de 3 fragmentos articulares mostró resultados significativamente peores que las lesiones de menor grado, particularmente en lo que respecta a las tasas de revisión, la limitación en la pronosupinación y las puntuaciones de resultado funcional. Como resultado, los autores abogaron por la artroplastia de cabeza de radio (ACR) para las fracturas con mayor conminución.

Una comparación retrospectiva de ACR con RAFI para 39 terribles lesiones de tríada (23 Mason II, 16 Mason III) encontró medidas de resultado estandarizadas comparables y el balance articular (BA) a los 18 meses de seguimiento.²⁸ Sin embargo, ACR se asoció con una mayor estabilidad del codo y menor tasas de reoperación a largo plazo. Con el aumento de la complejidad de las fracturas, específicamente las fracturas de Mason III, la ACR puede contribuir a mejorar la satisfacción del paciente a corto plazo y disminuir el perfil de complicaciones.

En nuestro estudio no hemos encontrado una predominancia según género y la edad promedio fue de 51 años estando en consonancia con los últimos estudios de revisión publicados en la literatura (2). En la literatura se han descrito complica-

ciones intraoperatorias en relación a la reducción de la artroplastia definitiva al sobre o infradimensionar la prótesis (10), estudios biomecánicos han demostrado que variaciones de acortamiento o alargamiento del radio de tan sólo 2,5 mm pueden acarrear repercusiones significativas en la biomecánica del codo (11). Por esto consideramos que es importante ser sistemáticos en la técnica quirúrgica, realizando una correcta medición del gap y usando los implantes de prueba evitando la tendencia a saltarse ese paso. La protocolización del procedimiento y el desarrollo por una unidad especializada posiblemente evite fallos derivados de este infra o supradimensionado.

Es importante reparar estructuras ligamentarias cuando existe una inestabilidad de codo concomitante pues en este tipo de fracturas la lesión ligamentaria es frecuente⁵ pero en estudios han asociado mayor rigidez y peor resultado funcional en pacientes en los que se había reparado el complejo ligamentario lateral. Contreras y cols (12) describen lesiones del ligamento colateral lateral (CLL) asociadas hasta en el 32% de los casos que requirieron reparación con peores resultados funcionales y rigidez, en nuestra serie el 18% tenían lesiones ligamentarias que requirieron reparación pero no encontramos un aumento significativo de la rigidez en estos pacientes. En la literatura se describen casos de subluxación de la artroplastia con sensación de bloqueo en la extensión acompañado de un clic a la flexión, este fenómeno aparece en relación a un soporte ligamentario subóptimo (2)

Hay tendencia a preferir artroplastias modulares metálicas a las prótesis pirolíticas de carbono o las de silicón³ pero no existe evidencia para apoyar un tipo de prótesis a otra, en revisiones recientes se apunta que las prótesis de silicón han demostrado ser biomecánica y biológicamente insuficientes.⁴

En estudios biomecánicos en espécimen que estudian la estabilización de las prótesis monopolares respecto a las bipolares demostraron tasas funcionales comparables siempre y cuando se suturen las partes blandas mientras que sin esa estabilización ligamentaria las bipolares provocaban mayores índices de luxación, esta hipótesis no se ha demostrado con evidencia en estudios clínicos. Flinkkilä y cols (13) informaron de tasas elevadas

de aflojamiento mecánico (32%) en implantes monopolares a corto plazo siendo más evidente en artroplastias cementadas; los autores plantearon la hipótesis de que el crecimiento óseo deficiente en el vástago de la prótesis de presión se debía a los micromovimientos de la prótesis en el canal medular, siendo este uno de los factores que explicaron esta supervivencia inferior del implante. Las tasas de aflojamiento protésicos observadas en la literatura son variables según el estudio, desde tasas mayores del 20% (13), tasas del 10% (12, 14) o tasas menores del 5% (15)

En nuestro estudio nuestra tasa de aflojamiento es del 6 % al usar artroplastias bipolares no cementadas, estando dentro de la media de aflojamiento descrito en la literatura.

Los resultados funcionales descritos en la literatura son satisfactorios, en la serie de Contreras (12) de 82 pacientes, se alcanzaron los 127,3° de flexión, 18,5° de extensión, la pronación fue de 78,7° y la supinación fue de 77°. Así pues nuestros pacientes presentaron un Balance articular muy similar al observado en otros estudios (14) (En esta misma serie obtuvieron 29 resultados excelentes, según la escala MEPS, lo que supondría un 35,8%. Nosotros tras aplicar la escala MEPS encontramos unos resultados satisfactorios con un 53% de resultados excelentes lo que es un porcentaje algo superior a la media descrita en la literatura (16, 17, 18) . Sólo dos de nuestros pacientes demostraron resultados regulares en la escala de la clínica Mayo (MEPS) relacionándolos con la existencia de complicaciones.

Obtuvimos buenos resultados en la escala DASH con respecto a la bibliografía consultada (19). Con respecto a cohortes de la misma edad media que nuestra muestra obtuvimos mejores resultados con respecto a sus 24,8 puntos sin haber diferencias con respecto al momento de la cirugía (4 días de media en ambos estudios)(20).

El dolor también fue estudiado cuantificándose por Escala Analógica Visual. En todos los casos hubo una mejoría de dolor respecto al dolor preoperatorio, al año la mediana de la puntuación de dolor fue de 1,8 puntos. Jung y cols (18) en su revisión la puntuación media reportada fue de 1,1 puntos sobre 57 pacientes, Caritá y cols (19) obtuvo una puntuación media similar a la nuestra (1,8

puntos) al revisar a 28 pacientes a largo plazo, 49 meses de media.

El momento de la intervención influía puesto que los pacientes intervenidos más precozmente presentaban un mejor resultado en las escala de MEPS en los casos que se intervinieron antes de las 48 horas pero no encontramos significancia estadística, tal y como señala el estudio de Contreras que defienden en su artículo que el momento de la cirugía influye en los resultados funcionales en las escalas Cassebaum o MEPS al igual que un menor tiempo de rehabilitación (14).

Las principales complicaciones reflejadas en la bibliografía, son luxación o subluxación (inestabilidad clínica), degeneración del capitellum, radiolucencia y osteólisis (signos de aflojamiento) y osteotomía insuficiente.

En nuestra serie, hemos observado radiolucencias en el 13% (4 casos), en radiografías de control, aunque solo en dos casos se ha retirado la prótesis por aflojamiento y clínica. Algunos autores asocian aflojamiento temprano con una mala técnica de implantación y el aflojamiento tardío con la existencia de factores mecánicos asociados. Para O'Driscoll (21) el dolor tras artroplastia de cúpula radial indicaría aflojamiento mecánico sintomático. Popovic halló 31 casos de radiolucencias en su serie de 51 pacientes con prótesis de Judet, aunque la presencia de radiolucencias no necesariamente lleva asociada la retirada del implante pues no son sintomáticas. Popovic (22) en su serie de 51 prótesis, 39 (76%) presentaban radiolucencias pero solo 3 (5,9%) se retiraron. En general, los autores solo retiran los implantes si asociaban clínica.

Otra complicación es el riesgo de lesión del nervio interóseo posterior, dada la proximidad a la cabeza radial siendo esta de 1,2 cm ($\pm 1,9$ mm). Para Holmenschlagen (23) en su serie de 16 prótesis bipolares registra un caso de parálisis nerviosa y un caso de distrofia refleja. En nuestra experiencia se recogió un caso de lesión del interóseo posterior, con recuperación completa.

La elección del tratamiento en pacientes con fracturas de cabeza del radio sigue sin tener un consenso claro y aunque existen protocolos publicados no hay un tratamiento gold estándar. Sin ser una cirugía exenta de complicaciones, el uso de

artroplastias de cabeza de radio ha sido estudiado y reportado como una técnica reproducible.

Como limitaciones de este estudio cabría destacar su diseño observacional y el limitado tamaño muestral. El diseño observacional sin población control con otro tratamiento conduce a una mayor pérdida de datos impidiendo realizar un estudio analítico con el que establecer asociaciones causales de mayor impacto; además el limitado tamaño de la muestra nos impide encontrar una diferencia estadísticamente significativa en los resultados obtenidos.

Pese a esto, teniendo en cuenta las series de casos publicadas en la literatura científica nuestra serie es de un tamaño mediano y estudiamos variables técnicas, clínicas y funcionales, lo que supone un punto de fortaleza en nuestro manuscrito.

Conclusiones

Consideramos que el tratamiento de fracturas de cabeza radial Mason III con artroplastia de cabeza del radio es un tratamiento válido, reproducible con resultados óptimos a corto y medio plazo tanto desde el punto de vista clínico como funcional. Así pues creemos que es necesario realizar estudios más amplios con un mayor número de pacientes intentando confrontar tratamientos diferentes.

Bibliografía

1. Agyeman K, Damodar D, Watkins BA, Dodds S. Does radial head implant fixation affect functional outcomes? A systematic review and meta-analysis. *J Shoulder and elbow Surg.* 2019; 28(1):126-130. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30342823>
2. Calfee R, Madom I, Weiss P. Radial head arthroplasty. *J Hand Surg Am* 2006; 31 314-321. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16473696>
3. Bryce CD, Armstrong AD. Anatomy and biomechanics of the elbow. *Orthop Clin North Am.* 2008; 39 141-154. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18374805>
4. Higersom NF, Eygendaal D, Bekeron V, Is radial head resection the first choice treatment of comminuted radial head fractures without associated instability? *Injury* 2017; 48 (2): 560-562. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28069142>
5. Lindenhovius AL, Felsh Q. Open reduction and internal fixation compared with excision for unestable displaced fractures of the radial head. *J Hand Sur Am* 2007; 32 630-636. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17482000>

6. Ring D, Quintero J, Jupiter JB. Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84(10):1811-1815. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4048425/>
7. Gao Y, Zhang W, Duan X, et al. Surgical interventions for treating radial head fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 5:CD008987. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/237286847>
8. Li N, Chen S. Open reduction and internal-fixation versus radial head replacement in treatment of Mason type III radial head fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology* 2014; 24(6): 851-855. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24253960>
9. Akman YE1, Sukur E2, Circi E2, Ozyalvac ON3, Ozyer F4, Ozturkmen Y. A comparison of the open reduction-internal fixation and resection arthroplasty techniques in treatment of Mason Type 3 radial head fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017;51(2):118-122. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28065478>
10. Jordan RW, Jones AD. Radial head fractures. *Open Orthop J* 2017; 11, 1405-1416. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5721345/>
11. Van Glabbeek F., Van Riet R.P., Baumfeld J.A., Neale P.G., O'Driscoll S.W., Morrey B.F., An K.N. Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2004; 86-A(12):2629–2635. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15590846>
12. Contreras-Joya M, Jiménez-Martín A, Santos-Yubero FJ, Navarro-Martínez S, Najarro-Cid FJ, Sánchez-Sotelo J, Pérez-Hidalgo S. Radial head arthroplasty, 11 years experience: A series of 82 patients. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2015; 59(5):307-317. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25835142>
13. Flinkkilä, T., Kaisto, T., Sirniö, K., Hyvönen, P., & Leppilähti, J. (2012). Short-to mid-term results of metallic press-fit radial head arthroplasty in unstable injuries of the elbow. *The Journal of bone and joint surgery. British volume,* 94(6), 805-810. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22628596>
14. Heijink, A., Kodde, I. F., Mulder, P. G., Van Dijk, C. N., & Eygendaal, D. Cemented bipolar radial head arthroplasty: midterm follow-up results. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2016; 25(11), 1829-1838. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27521138>
15. Chien HY1, Chen AC, Huang JW, Cheng CY, Hsu KY. Short- to medium-term outcomes of radial head replacement arthroplasty in posttraumatic unstable elbows: 20 to 70 months follow-up. *Chang Gung Med J.* 2010; 33(6):668-678. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21199612>
16. Sun H, Duan J, Li F. Comparison between radial head arthroplasty and open reduction and internal fixation in patients with radial head fractures (modified Mason type III and IV): a metaanalysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016; 26: 283-291. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26794323>

17. Chien HY1, Chen AC, Huang JW, Cheng CY, Hsu KY. Short- to medium-term outcomes of radial head replacement arthroplasty in posttraumatic unstable elbows: 20 to 70 months follow-up. *Chang Gung Med J.* 2010;33 (6):668-78. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21199612>
18. Jung, M., Groetzner-Schmidt, C., Porschke, F., Grützner, P. A., Guehring, T., & Schnetzke, M. Low return-to-sports rate after elbow injury and treatment with radial head arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2019; 130 (2): 183-189. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31227468>
19. Catellani F, De Caro F, De Biase CF, et al. Radial Head Resection versus Arthroplasty in Unrepairable Comminuted Fractures Mason Type III and Type IV: A Systematic Review. *Biomed Res Int.* 2018;2018:4020625. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6077546/>
20. Lópiz Y, González A, García-Fernández C, García-Coiradas J, Marco F. Comminuted fractures of the radial head: resection or prosthesis?. *Injury.* 2016;47 Suppl 3:S29-S34. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27692103>
21. O'Driscoll SW1, Herald JA. Forearm pain associated with loose radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(1):92-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21856175>
22. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(11):2469-2476. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17974891>
23. Holmenschlager F, Halm JP, Winckler S. [Fresh fractures of the radial head: results with the Judet prosthesis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2002 Jun; 88(4):387-397. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12124539>