

Artrodesis de las cuatro esquinas del carpo con placa y tornillos

Carpal four corner arthrodesis with plate and screws

Jiménez Martín, A.¹
 Najarro Cid, F.J.¹
 Navarro Martínez, S.¹
 Sicre González, M.¹
 Santos Yubero, F.J.¹
 Pérez Hidalgo, S.¹

¹ Hospital FREMAP Sevilla. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.
 antonio_jimenez10@hotmail.com

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2018; 35 (1/4): 37-47

Recepción: 31/12/2017. Aceptación: 30/03/2018

Resumen

Introducción y objetivos

La artrodesis de las cuatro esquinas (grande, ganchoso, semilunar y piramidal) suprime el movimiento de la articulación mediocarpiana (30% del total del movimiento de la muñeca) y permite movimiento sin dolor en la articulación radiocarpiana (63-70%). Nuestro objetivo es revisar nuestra experiencia con esta técnica realizada con placa y tornillos.

Material y métodos

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, sobre 11 pacientes, en 6 años, seguimiento medio de 29.4 ± 8 meses. Las variables analizadas fueron filiación, lesiones asociadas, intervenciones previas, aspectos quirúrgicos, complicaciones, entre otras. La edad media fue de 41.6 ± 5.8 años. Todos los pacientes fueron varones. El 72.7% de las manos fueron derechas. La muñeca dominante fue la afectada en el 72.7%. Hubo una fractura previa escafoidea en 3 casos, inestabilidad escafolunar en 7 casos e inestabilidad lunotriquetal en 1 caso. El tiempo quirúrgico empleado fue de 92.2 ± 24.7 minutos.

Abstract

Introduction and objectives

Four corner arthrodesis (capitate, hamate, lunate and triquetrum) suppresses the movement of midcarpal joint (30% of the total movement of the wrist) and allows movement without radiocarpal joint pain (63-70%). Our goal is to review our experience with this technique performed with plate and screws.

Material and methods

It was an observational, descriptive and retrospective study on 11 patients, in 6 years. Follow up was about 29.4 ± 8 months. We analyzed some variables: affiliation, associated injuries, previous surgeries, surgical aspects, complications, among others. The average age was 41.6 ± 5.8 years. 72.7% of wrists were right. Dominant wrist was affected on 72.7% of patients. We appreciated previously a scaphoid fracture in 3 cases, scapholunate instability in 7 cases and lunotriquetal instability in 1 case. Surgery time was about 92.2 ± 24.7 minutes.

Results

Fusion was reached in 10.6 ± 1.6 weeks. 36.4% of patients required plate removal and perform com-

Resultados

La consolidación sucedió en unas 10.6 ± 1.6 semanas. Hubo hasta un 36.4% de reintervenciones, para retirar placa y realizar artrodesis total de muñeca. Los resultados clínicos fueron: Mayo Wrist Score: 53.6 ± 28.4 puntos y E.V.A. final: 2.86 ± 2 puntos. Hallamos más complicaciones en aquellos pacientes que habían presentado lesiones previas escafolunares, $p=0.01$ (Chi Cuadrado). Se observó pseudoartrosis en el 11.1%. Los arcos de movimiento finales fueron: Flexoextensión final de $58.2 \pm 11^\circ$, desviación radial de $11.1 \pm 1^\circ$ y desviación cubital de $20.7 \pm 1.7^\circ$.

Discusión

En nuestra experiencia, la artrodesis de las cuatro esquinas del carpo con placa y tornillos, es una técnica útil, en el tratamiento de las secuelas fundamentalmente tras inestabilidad escafolunar, aunque con riesgo de otras complicaciones, que han llevado en esta serie a reintervenir a la tercera parte de los casos, para retirarla y realizar artrodesis total de muñeca.

Palabras clave: Artrodesis, carpo, cuatro esquinas.

plete wrist arthrodesis. Clinical results were: Mayo Wrist Score: 53.6 ± 28.4 points and V.A.S.: 2.86 ± 2 points. We found more complications in those patients who had previous scapholunate injuries $p = 0.01$ (Chi Square). Pseudoarthrosis was observed in 11.1%. Final movement arcs were: flexoextension $58.2 \pm 11^\circ$, radial deviation $11.1 \pm 1^\circ$ and ulnar deviation of $20.7 \pm 1.7^\circ$.

Discussion

In our experience, carpal four corner arthrodesis with plates and screws is an useful technique in treating consequences of scapholunate instability. However, it exists other complications, which have led to reoperate in this serie the third of cases, in order to remove and make full arthrodesis of the wrist.

Keywords: Four corner arthrodesis.

Introducción

La artrodesis de las cuatro esquinas del carpo se realiza sobre los huesos grande, ganchoso, semilunar y piramidal¹. El gesto añadido de la extirpación asociada del escafoides eliminaría el dolor secundario a la artrosis periescafoidea cuando existe. Sin embargo, no se requiere su extirpación siempre, especialmente si hay necrosis avascular de la cabeza del grande, lesiones osteocondrales traumáticas de la cabeza del grande e inestabilidad mediocarpiana. Con la artrodesis cuatro esquinas, se consigue estabilizar la mediocarpiana, eliminándose el dolor por artrosis entre grande y semilunar, sin pérdidas de altura carpiana².

Las indicaciones de esta técnica son la muñeca S.N.A.C. (Scaphoid Non Union Advanced Colapse), muñeca S.L.A.C. (Scapholunate Advanced Colapse) en fases II y III, necrosis del escafoides (enfermedad

de Preiser), lesiones osteocondrales en la articulación semiluno-grande, observadas frecuentemente en las luxaciones carpianas, necrosis de la cabeza del hueso grande, e inestabilidad mediocarpiana.

Las contraindicaciones absolutas son la translación cubital y la existencia de cambios degenerativos en la articulación entre radio y semilunar. Otras contraindicaciones son la incongruencia irreductible de la escafolunar, así como, la artrosis secundaria a fracturas de radio distal².

Se han utilizado diversos métodos para conseguir la artrodesis de las cuatro esquinas. En la actualidad se está generalizando el uso de las placas dorsales para esta artrodesis.

Nuestro objetivo fue revisar nuestra experiencia con 11 casos, intervenidos en nuestro centro, analizar los resultados clínicos y laborales obtenidos, así como, valorar si el tipo de lesión previa influiría en dichos resultados.

Material y métodos

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, realizado con un tamaño muestral de 11 pacientes. El tiempo durante el cual fueron tratados los casos fue desde Enero 2006 a Diciembre 2012, considerando un seguimiento medio por paciente de 29.4 ± 8 meses.

Las principales variables analizadas fueron los datos de filiación, profesión, lesiones asociadas, intervenciones previas, aspectos quirúrgicos, complicaciones, necesidad de reintervención y pronóstico médico-laboral final.

De este modo, la edad media fue de 41.6 ± 5.8 años. Todos los pacientes intervenidos en esta serie fueron varones. El 72.7% de las muñecas fueron derechas, frente al 27.3%, que fueron izquierdas. La muñeca afectada fue la dominante en el 72.7%, frente a la no dominante en el 27.3%. Los pacientes desarrollaban un trabajo previo que era de alta demanda en el 90.98%.

Los pacientes de nuestra serie presentaban fractura previa en escafoides en el 27.3% (3 casos), inestabilidad escafolunar en el 63.6% (7 casos) e inestabilidad lunotriquetal en 1 caso. Un 18.2% de los pacientes fueron politraumatizados. Todos los pacientes habían sido intervenidos antes de esta artrodesis, de diversa manera: así, a un 10% se le había realizado previamente una estiloidectomía, a un 10% se le había realizado una artrodesis lunotriquetal post-artroscopia, a un 20% se le había practicado una osteosíntesis de escafoides, a otro 20% una artroscopia de muñeca, (que reveló una inestabilidad escafolunar, que requirió una reparación abierta en agudo) y finalmente, el grupo mayor, un 40% de los pacientes, que habían sido sometidos a una plastia para reparar una inestabilidad escafolunar crónica (plastia 3LT).

Las placas que se utilizaron fueron: Spider (MBA®) en el 63.6%, placa Peek Optima (Tri-Med®) en el 18.2%, placa de Medcomtech® en el 9.15% y la Xtremity (Integra®) en el 9.1%. **Ver figuras 1, 2 y 3.**

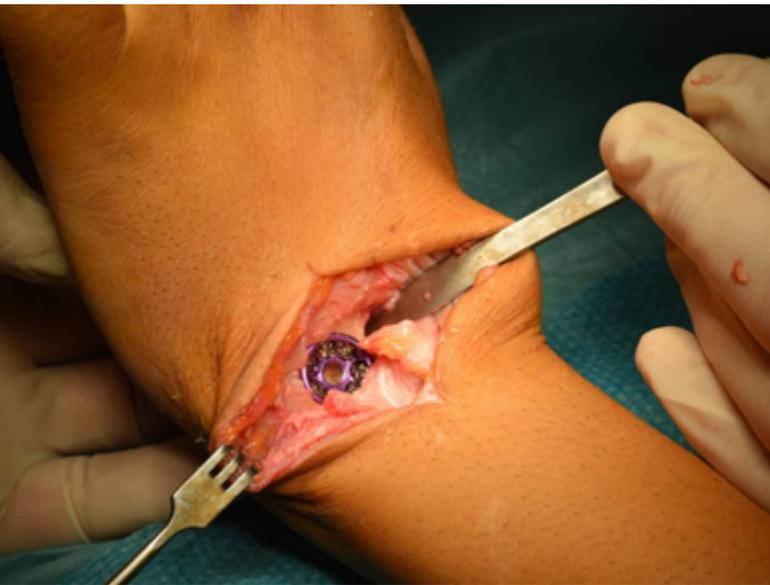


Fig. 1: Colocación de placa Spider (MBA®). Imagen intraoperatoria.



Fig. 2: Artrodesis de las cuatro esquinas con placa Spider (MBA®) y extirpación de escafoides. Control a los 3 meses.



Figura 3. Tras reparación de inestabilidad crónica escafolunar mediante técnica 3LT, debido a las molestias persistentes y a la presencia de muñeca S.L.A.C. se procede a la artrodesis de las 4 esquinas, con placa Peek radiotransparente, extirpando escafoides, que se utiliza como injerto.

El análisis estadístico fue realizado mediante el programa S.P.S.S. 15.0. Se analizaron las diferencias entre variables entre los pacientes con fractura previa de escafoides y aquellos con inestabilidad escafolunar. Para ello, se utilizó el test de Shapiro Wilk para valorar qué variables numéricas tenían distribución normal, distribuyendo las pruebas entre la t de Student si la distribución era normal y la U de Mann Whitney si esta distribución no era paramétrica. Para las variables categóricas se utilizó la prueba de Chi Cuadrado. Se buscaron intervalos de confianza del 95%, para que hubiera significación estadística.

Resultados

El tiempo medio de la intervención fue de 92.2 ± 24.7 minutos. El tiempo medio para conseguir la consolidación de la artrodesis fue de 10.6 ± 1.6 semanas.

En cuanto a los resultados clínicos, la flexión palmar final fue de $30.2 \pm 9.6^\circ$, la flexión dorsal final fue de $28.2 \pm 7.1^\circ$, la flexoextensión final fue de unos $58.2 \pm 11^\circ$, con una desviación radial de $11.1 \pm 1^\circ$ y una desviación cubital de $20.7 \pm 1.7^\circ$. También destacó una pérdida de fuerza del $47\% \pm 7.5\%$.

Los resultados de la escala Mayo Wrist Score (M.W.S.) fueron de 53.6 ± 28.4 puntos. El resultado final de la escala V.A.S. fue de 2.86 ± 2 puntos. Desde el punto de vista médico-laboral, hubo altas por mejoría en el 54.5% y un 45.5% de propuestas de incapacidad laboral, por las secuelas del paciente, en este caso en cuanto a limitación funcional, que le incapacitarían para su vida laboral.

Analizamos las dos patologías previas más frecuentes, fundamentalmente los pacientes con inestabilidad escafolunar y aquellos con fractura de escafoides. Para las variables no paramétricas utilizamos la U de Mann Whitney, de modo que los minutos de intervención y el tiempo de consolidación, no arrojaban diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, con $p=0.083$ y $p=0.71$, respectivamente. Por otro lado, para las variables de distribución normal, utilizamos la t de Student, de modo que el porcentaje de pérdida de fuerza tampoco arrojó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, con $p=0.14$, ni el resultado del Mayo Wrist Score (M.W.S.), $p=0.87$, entre ambos grupos.

Se trataron de analizar las variables categóricas, con el test Chi Cuadrado, objetivando que sólo en las complicaciones había diferencias significativas, siendo más frecuentes en el grupo de pacientes con

inestabilidad escafolunar previamente tratada, con $p=0.01$. No hubo diferencias en otras variables, como tipo de complicaciones, $p=0.887$; o distribución de resultados en función de la escala M.W.S. $p=0.26$.

El dolor persistente en grado leve era referido en el 55.6% de la serie. Las principales complicaciones fueron pseudoartrosis, distrofia simpático refleja, infección y lesión de flexores/extendores, cuya frecuencia particular fue del 11.1%. Ver figura 4.

Todo ello llevo a una tasa de reintervención del 36.4%, para retirar la placa y proceder a artrodesis total de muñeca con placa Synthes fundamentalmente. Ver figura 5. Se retiró el material en el 45.5%.

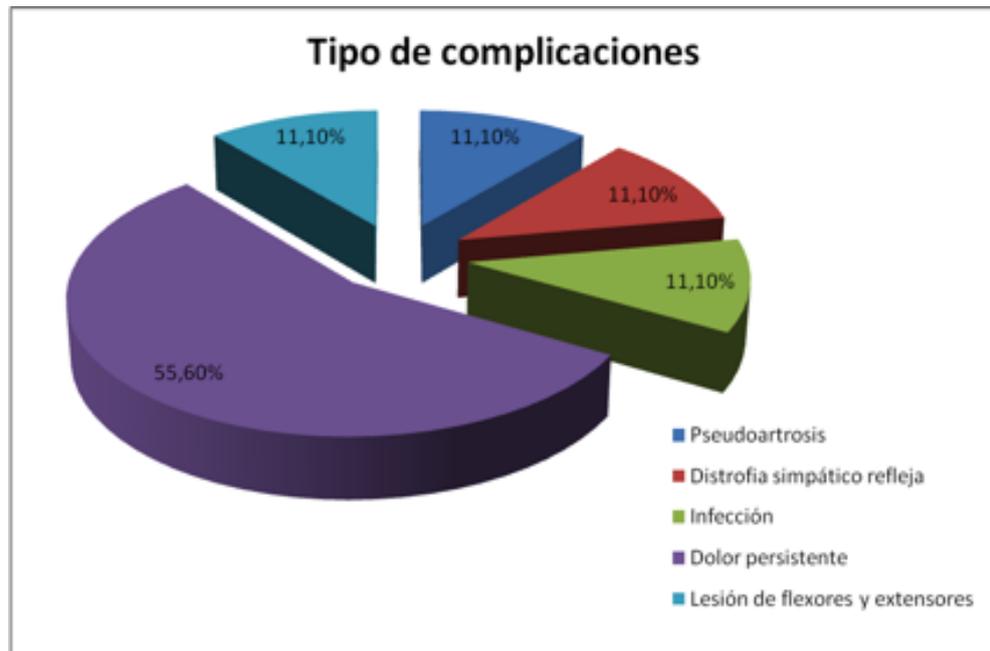


Fig. 4: Principales complicaciones. La mayoría de los pacientes referían algún tipo de dolor persistente, sin embargo, sólo un 11.1% de los casos mostró pseudoartrosis.



Fig. 5: Evolución tórpida tras artrodesis de las cuatro esquinas previa. Requiere artrodesis total de muñeca.

Discusión

La eficacia de la artrodesis de las cuatro esquinas se basa en suprimir el escaso movimiento doloroso de la articulación mediocarpiana (30% del arco de movimiento de la muñeca) y permitir un amplio movimiento sin dolor en la articulación radiocarpiana (63-70% del arco de movimiento de la muñeca). La artrodesis de las cuatro esquinas anularía el movimiento de lanzamiento de dardos y convierte a la muñeca en una articulación simple tipo cóndilo carpiano².

La artrodesis de las cuatro esquinas ha sido defendida por autores como García López y Delgado². En su serie de 11 pacientes, obtuvieron una flexión palmar desde 33° a 25° postquirúrgica, una flexión dorsal desde los 33° a los 29° y disminución del arco de flexoextensión desde los 66° prequirúrgicos a los 47° postquirúrgicos. Para Collins³, se alcanzaban valores de $17 \pm 8^\circ$, $29 \pm 9^\circ$ y $47 \pm 13^\circ$, respectivamente. En nuestra experiencia, hemos observado una flexión palmar final de $30.2 \pm 9.6^\circ$, una flexión dorsal final de $28.2 \pm 7.1^\circ$ y una flexoextensión final de unos $58.2 \pm 11^\circ$. Wyrick⁴, describió un 56% de los pacientes sin dolor. Nolla³ reconoce hasta un 56% de buenos resultados, aunque un 41% continuaban con algún grado de dolor. En nuestra experiencia, la persistencia del dolor referida por los pacientes aparecía en un 55.6% de los casos, aunque el V.A.S. final fue de 2.86 ± 2 puntos, algo que para García López² fue de 3 puntos. Merrell⁵ recomienda la artrodesis con placa asociada a injerto de radio dorsal, ya que alcanzaba rangos de movimiento del 45% respecto del lado sano, con una flexión dorsal de 35° de media y una flexión palmar de 26° de media, con una fuerza de agarre del 82% respecto del lado sano y un V.A.S. final de 2.3 puntos. En nuestra serie el injerto que se aportó provenía del escafoides extirpado. Bedford⁶ refirió haber conseguido la artrodesis en todos los pacientes de su serie, 15 casos, con la artrodesis con placa, aunque asumiendo que la fuerza era del 78% respecto del lado sano. En nuestra serie, la pérdida de fuerza fue del $47\% \pm 7.5\%$ respecto del otro lado.

Diversos autores han mostrado su experiencia con la artrodesis cuatro esquinas, con buenos resultados. Así, Chaudhry⁷, en 2016 ha publicado una serie de 16 pacientes, con un D.A.S.H. postoperatorio de 36 puntos, soportando fuerzas de 27 Kg, y con flexión de 30° y extensión de 31°. Lamas Gómez⁸ en 2005 revisó a 36 pacientes, con un seguimiento

de 56 meses, alcanzando unos 36° de flexión y 42° de extensión, con un 70% de pacientes satisfechos con el procedimiento realizado. Eid⁹, describe una serie de 10 pacientes, con resultados de 12.5 puntos en la escala D.A.S.H. Trail¹⁰, con una serie mayor, partiendo inicialmente de 110 pacientes, aunque no fueron todos evaluados finalmente, alcanzó tasas de vuelta al trabajo en el 87% de los casos, con una ausencia de fusión en el 31%. Foumani¹¹ y Rudnik¹² también analizaron este procedimiento quirúrgico, alcanzo éste último¹², una flexión de 23°, extensión de 47°, con una ausencia de consolidación en el 20% de los casos, aunque con un 77% de fuerza respecto del lado contrario. Neubrech¹³, realizó una revisión de 572 pacientes sometidos a artrodesis cuatro esquinas, y objetivó un D.A.S.H. de 20.4 puntos, con un rango activo de movimiento de la muñeca de extensión-flexión del 62.5%, de desviación cubital a radial del 68.4%, de supinación-pronación del 94.7% y fuerza de agarre del 84.9% respecto del lado sano, así como, una tasa de cirugía de revisión del 11%, por ausencia de consolidación, hematoma, infección de la herida o dolor persistente. Khan¹⁴, en su serie de 8 pacientes, recogió una media de 23 puntos, con arco de flexoextensión de 56°, satisfacción del 77% y ningún caso sin fusionar. Xu¹⁵, en sus 11 pacientes, consigue tasas de fusión del 56.3%.

Sin embargo, también hay autores que recogen resultados menos favorables. Así, Chung¹⁶, en una serie también de 11 pacientes, describía que el rango de movimiento pasó desde los 87° preoperatoriamente, hasta los 74° postoperatorios. La escala Michigan Hand Outcomes Questionnaire, no arrojó diferencias en cuanto a función, vida diaria, trabajo, dolor y satisfacción del paciente. Por otro lado, el dolor pasó desde los 54 hasta los 42 puntos, postquirúrgicos en la escala V.A.S., $p=0.30$, indicando persistencia del mismo. También Tomaino¹⁷ refería hasta un 28% de los pacientes con escasa recuperación del dolor. Shindle¹⁸ recogió complicaciones como la ausencia de consolidación, rotura de tornillos, dolor incontrolado, y bajos resultados postquirúrgicos. Kendall¹⁹ tampoco recomendaba la artrodesis de las cuatro esquinas con placa, ya que de su serie de 18 muñecas, tan sólo alcanzó la consolidación en 3 casos, con rangos de movimiento del 46% respecto del lado contrario, con pérdidas de fuerza del 56%.

Se han comparado los sistemas de artrodesis²⁰. Vance²¹ observó hasta un 22% de retiradas de material por roce, en comparación con el 3% de un gru-

po de artrodesis tradicional con tornillos exclusivamente. En nuestra experiencia la tasa de retirada de material fue del 45.5% en los pacientes, que fueron todos tratados con placas dorsales circulares. De Smet²² estudió una serie de 28 pacientes sometidos a artrodesis de las cuatro esquinas, obteniendo un arco de flexoextensión medio de 52°, con fuerza de pinza en un 72% con respecto del lado contralateral. En nuestra serie, la pérdida de fuerza fue del 47% ± 7.5% respecto del otro lado. Para De Smet²² el rango de movimiento fue mejor en los pacientes sometidos a artrodesis con tornillos o con agujas, frente a aquellos sometidos a la misma técnica, aunque con placas circulares dorsales. No hubo diferencias en cuanto a dolor o pérdida de fuerza. En este sentido, Vance²¹ describió hasta un 48% de complicaciones en un grupo tratado con placa circular dorsal, respecto del 6% de complicaciones en otro grupo realizado con técnica tradicional (tornillos o agujas). También describió una pérdida de fuerza del 30%, respecto del 21% del método tradicional. Para Kraissarin²³ la estabilidad que aportaría la placa dorsal circular bloqueada sería mucho mayor que la proporcionada por la placa dorsal circular o las agujas de Kirschner, con $p = 0.018$ y $p = 0.006$, respectivamente. Para Rhee²⁴ la mayor tasa de fusión, de hasta el 95.6% (22 de 23 casos) se alcanzó en su serie con la placa de artrodesis de las cuatro esquinas Peek Optima®. Nosotros hemos utilizado esta placa en un 18.2%.

Autores como HerneKamp²⁵ han comparado esta placas de artrodesis cuatro esquinas con otros sistemas de artrodesis como por ejemplo, las agujas de Kirschner. No se detectarían diferencias en cuanto a dolor, funcionalidad, satisfacción, tasas de fusión, aunque las tasas de retirada de material eran menores con las placas, que en los casos de usar agujas. Le Corre²⁶, en una serie de 52 pacientes, y un seguimiento de 3 años, consiguió que no hubiera dolor en el 43% de los casos tratados con grapas de memoria, frente a un 40% en los casos tratados con las placas de artrodesis cuatro esquinas. El grado de satisfacción fue similar, pero la rotura de material era mayor en los casos de grapas, que en los casos de placas, con un 24.3%, frente a un 60% de los casos. No habría diferencias en cuanto a las tasas de retiradas de material de osteosíntesis. Pauchard²⁷, revisó 31 casos tratados con placas, frente a 35 tratados con grapas de memoria. La flexoextensión fue similar: 67.3°, frente a 60.6°. La fuerza también: 29.6 Kg, frente a 285 Kg. El resultado del test D.A.S.H. fue de 19.8 puntos, frente a 30 puntos, pero lo llamativo,

fue una vuelta al trabajo más precoz, con las placas de artrodesis cuatro esquinas (4.5 meses, frente a 7.8 meses), que en los casos tratados con grapas. Y además, un menor impingement dorsal: siendo de 2 casos en las placas, y de hasta 11 casos en los pacientes, tratados con grapas.

Resulta de interés la comparativa frente a la carpectomía proximal. Para Cárdenas²⁸, el Quick D.A.S.H. se reduce entre el pre y postoperatorio en 39.41 puntos. Para Laronde²⁹, la carpectomía permitiría conservar hasta un 87.5% de la fuerza de prensión de la muñeca, frente al 76.1% cuando se practicaba una artrodesis cuatro esquinas, con una menor altura carpiana, en el índice de Youm, y una menor excursión tendinosa extensora, aunque con menos stress que al que se sometería la muñeca con la artrodesis cuatro esquinas. Para Berhout³⁰, la movilidad final era mejor en los pacientes tratados con carpectomía, sin diferencias en fuerza, resultados o artrosis evolutiva. La carpectomía tendría la ventaja de no requerir retirar el material implantado. Para Saltzman, en su revisión de 240 pacientes, la artrodesis cuatro esquinas, aportaría extensión de 39°, flexión de 32°, desviación radial de 14°, fuerza del 74% respecto del lado contrario, un 29% de complicaciones y una ausencia de consolidación del 7%. En cambio, la carpectomía arrojaría un a extensión de 43°, flexión de 36°, desviación radial de 10°, fuerza del 67% respecto del lado contrario, un 14% de complicaciones y no otros problemas como la ausencia de consolidación. Debottis³¹, consiguió mayor desviación radial y fuerza con la artrodesis cuatro esquinas.

Finalmente, se han establecido diversas complicaciones en la bibliografía consultada, como por ejemplo, la pseudoartrosis. En nuestra experiencia, fue del 11.1%. En cambio para Shindle³² es del 25% y para Manuel³³, del 12%. Para Rodgers³⁴, se obtuvo la consolidación en todos los pacientes tratados con artrodesis con placa dorsal circular, frente a un caso donde no hubo consolidación y requirió la reintervención con artrodesis con placa. Para este autor, no hubo diferencias en cuanto a resultados, siempre que se aportara injerto. Otras complicaciones son la distrofia simpático refleja, que en nuestra experiencia fue del 11.1% y para Enna³⁵ que era del 3%. Se ha descrito también, la infección, que para Enna³⁵ fue del 3% y en nuestra serie fue del 11.1%. Este autor³⁵ también remarcaba el impingement dorsal radiocarpiano, como una de las complicaciones más frecuen-

tes, en un 13% de su serie, lo que para Shindle³² o Rhee^{24,36}, fue de hasta un 25%. En nuestra serie no se apreciaron casos de impingement dorsal radiocarpiano.

Conclusiones

En nuestra experiencia, la artrodesis de las cuatro esquinas, con placa dorsal, consideramos que es una técnica eficaz, en secuelas fundamentalmente de

inestabilidad escafolunar. Con un tiempo quirúrgico medio inferior a las 2 horas de isquemia, permitiría arcos de movilidad de unos $58.2 \pm 11^\circ$ y un 45.5% de resultados buenos según la escala M.W.S. Sin embargo, no es un sistema exento de complicaciones, de las que en nuestra experiencia, el dolor persistente es la fundamental, referido en un 56.6%, con un 11.1% de pseudoartrosis, que han llevado a realizar una artrodesis total de muñeca en el 36.4% de nuestra serie.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a la Sra. Dolores Betanzos y al Sr. Francisco González, la ayuda en la realización de la fotografías intraoperatorias que se presentan.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado directa o indirectamente con el contenido del artículo.

Bibliografía

1. González Del Pino J , Campbell D, Fischer T, et al. Variable angle locking intercarpal fusion system for four-corner arthrodesis: indications and surgical technique. *J Wrist Surg.*2012 Aug;1(1):73-8. DOI:10.1055/s-0032-1323640. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Variable+angle+locking+intercarpal+fusion+system+for+four+corner+arthrodesis%3A+indications+and+surgical+technique>.
2. García López A, Delgado P. J. Artrodesis parciales: fusión de las cuatro esquinas. *Patología del Aparato Locomotor.*2007; Vol 5, Supl II: 97-104 . Enlace web: <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/salud/revista-locomotor/vol5-supl2-art16-artrodesis-parcial.PDF>.
3. Collins ED, Nolla J. Spider plate fixation: no significant improvement in limited wrist arthrodesis. *Tech Hand Up Extrem Surg.*2008 Jun;12(2):94-9. DOI:10.1097/BTH.0b013e31815e4580. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18528236>.
4. Wyrick JD, Stern PJ, Kiefhaber TR. Motion-preserving procedures in the treatment of scapholunate advanced collapse wrist: Proximal row carpectomy versus four-corner arthrodesis. *Hand Surg Am.*1995 Nov;20(6):965-70. DOI: DOI:10.1016/S0363-5023(05)80144-3. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8583069>.
5. Merrell GA, McDermott EM, Weiss AP. Four-corner arthrodesis using a circular plate and distal radius bone grafting: a consecutive case series. *J Hand Surg.*2008;33A:635-42. DOI:10.1016/j.jhsa.2008.02.001. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Four+corner+arthrodesis+using+a+circular+plate+and+distal+radius+bone+grafting%3A+a+consecutive+case+series>.
6. Bedford B, Yang SS. High fusion rates with circular plate fixation for four-corner arthrodesis of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.*2010;468:163-8. DOI:10.1007/s11999-009-1139-5. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19838645>.
7. Chaudhry T, Spiteri M, Power D, et al. Four corner fusion using a multidirectional angular stable locking plate. *World J Orthop.*2016 Aug 18;7(8):501-6. DOI:10.5312/wjo.v7.i8.501. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Four+corner+fusion+using+a+multidirectional+angular+stable+locking+plate>.
8. Lamas Gomez C, Proubasta Renart I, Llusa Perez M. Relationship Between Wrist Motion and Capitulum Reduction in Four-Corner Arthrodesis. *Orthopedics.*2015 Nov;38(11):e1040-5. DOI: 10.3928/01477447-20151020-14. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Relationship+Between+Wrist+Motion+and+Capitulum+Reduction+in+Four-Corner+Arthrodesis>.
9. Eid A. Scaphoid Excision and Four-Corner Fusion for Neglected Perilunate Dislocations: Preliminary Results. *Hand Surg.*2015;20(2):280-4. DOI: 10.1142/s0218810415500240. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Scaphoid+Excision+and+Four-Corner+Fusion+for+Neglected+Perilunate+Dislocations%3A+Preliminary+Results>.
10. Trail IA, Murali R, Stanley JK, et al. The long-term outcome of four-corner fusion. *J Wrist Surg.*2015 May;4(2):128-33. DOI: 10.1055/s-0035-1549277. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25945298>.
11. Foumani M , Strackee SD, Stekelenburg CM, et al. Dynamic in vivo evaluation of radiocarpal contact after a 4-corner arthrodesis. *J Hand Surg Am.*2015 Apr;40(4):759-66. DOI: 10.1016/j.jhsa.2014.11.028. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Dynamic+in+vivo+evaluation+of+radiocarpal+contact+after+a+4+corner+arthrodesis>.
12. Rudnick B , Goljan P, Pruzansky JS, et al. Four-corner arthrodesis with a radiolucent locking dorsal circular plate: technique and outcomes. *Hand (N Y).*2014 Sep;9(3):315-21. DOI: 10.1007/s11552-014-9617-y. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Four+corner+arthrodesis+with+a+radiolucent+locking+dorsal+circular+plate%3A+technique+and+outcomes>.
13. Neubrech F, Mühlendorfer-Fodor M, Pillukat T, et al. Long-term results after midcarpal arthrodesis. *J Wrist Surg.*2012 Nov;1(2):123-8. DOI: 10.1055/s-0032-1329616. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24179715>.
14. Khan SK, Ali SM, McKee A, et al. Outcomes of four-corner arthrodesis using the Hubcap circular plate. *Hand Surg.*2013;18(2):215-20. DOI: 10.1142/S0218810413500263. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Outcomes+of+four+corner+arthrodesis+using+the+Hubcap+circular+plate>.
15. Xu YQ, Zhu YL, Wang Y. The memory plate for four-corner fusion of scaphoid non-union advanced collapse. *J Plast Surg Hand Surg.*2013 Dec;47(6):442-5. DOI: 10.3109/2000656X.2013.777844. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+memory+plate+for+four-corner+fusion+of+scaphoid+non-union+advanced+collapse>.

16. Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV. A prospective outcomes study of four-corner wrist arthrodesis using a circular limited wrist fusion plate for stage II scapholunate advanced collapse wrist deformity. *Plast Reconstr Surg.* 2006 Aug;118(2):433-42. DOI: 10.1097/01.prs.0000227737.90007.5d. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+prospective+outcomes+study+of+four-corner+wrist+arthrodesis+using+a+circular+limited+wrist+fusion+plate+for+stage+II+scapholunate+advanced+collapse+wrist+deformity>.

17. Tomaino MM, Miller RJ, Burton RI. Outcome assessment following limited wrist fusion: Objective wrist scoring versus patient satisfaction. *Contemp Orthop.* 1994 May;28(5):403-10. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Outcome+assessment+following+limited+wrist+fusion%3A+Objective+wrist+scoring+versus+patient+satisfaction>.

18. Shindle MK, Burton KJ, Weiland AJ, et al. Complications of circular plate fixation for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Eur Vol.* 2007 Feb and 32(1):50-3. DOI: 10.1016/j.jhsb.2006.08.016. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17049699>.

19. Kendall CB, Brown TR, Millon SJ, et al. Results of four-corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. *J Hand Surg.* 2005;30A:903-7. DOI: 10.1016/j.jhsa.2005.04.007. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16182043>.

20. Weiss AP. Results of four-corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. Weiss AP. *J Hand Surg.* 2006;31A:327-8. DOI: 10.1016/j.jhsa.2005.11.003. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16473700>.

21. Vance MC, Hernandez JD, DiDonna ML et al. Complications and outcome of four-corner arthrodesis: circular plate fixation versus traditional techniques. *J Hand Surg [Am].* 2005;30A(6):1122-7. DOI: 10.1016/j.jhsa.2005.08.007. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16344166>.

22. De Smet L, Deorez P, Duerinckx J, et al. Outcome of four-corner arthrodesis for advanced carpal collapse: circular plate versus traditional techniques. *Acta Orthop Belg.* 2009;75:323-7. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Outcome+of+four-corner+arthrodesis+for+advanced+carpal+collapse%3A+circular+plate+versus+traditional+techniques>.

23. Kraissarin J, Dennison DG, Berglund LJ, et al. Biomechanical comparison of three fixation techniques used for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg.* 2011;36B:560-7. DOI: 10.1177/1753193411406799. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Biomechanical+comparison+of+three+fixation+techniques+used+for+four-corner+arthrodesis>.

24. Rhee PC, Shin AY. The rate of successful four-corner arthrodesis with a locking, dorsal circular polyether-ether-ketone (PEEK-Optima) plate. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013 Sep; 38(7): 767-73. DOI: 10.1177/1753193413475962. Enlace PubMed:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+rate+of+successful+four-corner+arthrodesis+with+a+locking%2C+dorsal+circular+polyether-ether-ketone+\(PEEK-Optima\)+plate](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+rate+of+successful+four-corner+arthrodesis+with+a+locking%2C+dorsal+circular+polyether-ether-ketone+(PEEK-Optima)+plate).

25. Hernekamp JF, Reinecke A, Neubrech F, et al. Four-corner fusion: comparison of patient satisfaction and functional outcome of conventional K-wire technique vs. a new locking plate. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Apr;136(4):571-8. DOI: 10.1007/s00402-016-2416-x. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Four-corner+fusion%3A+comparison+of+patient+satisfaction+and+functional+outcome+of+conventional+K-wire+technique+vs.+a+new+locking+plate>.

26. Le Corre A, Ardouin L, Loubersac T, et al. Retrospective study of two fixation methods for 4-corner fusion: Shape-memory staple vs. dorsal circular plate. *Chir Main.* 2015 Dec;34(6):300-6. DOI: 10.1016/j.main.2015.08.008. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Retrospective+study+of+two+fixation+methods+for+4-corner+fusion%3A+Shape-memory+staple+vs.+dorsal+circular+plate>.

27. Pauchard N, Lecoanet-Strugarek C, Segret J, et al. Dorsal locking plates versus staples in four-corner fusion: a comparative clinical and radiological study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Oct;100(6):593-7. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.05.016. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Dorsal+locking+plates+versus+staples+in+four-corner+fusion%3A+a+comparative+clinical+and+radiological+study>.

28. Cárdenas Grande E, Correa Gámiz JJ, Gómez Sánchez RC, et al. Evaluación clínico radiográfica de una serie de 18 carpectomías de la primera hilera. *Rev.S.And. Traum.y Ort.*, 2014; 31 (2/2): 25-32. Enlace web:

<http://www.portalsato.es/documentos/revista/Revista14-2/2014-2.%2004.pdf>.

29. Laronde P, Christiaens N, Aumar A, et al. Carpal height and postoperative strength after proximal row carpectomy or four-corner arthrodesis: Clinical, anatomical and biomechanical study. *Hand Surg Rehabil.* 2016 Apr;35(2):100-6. DOI: 10.1016/j.hansur.2016.01.003. Enlace PubMed:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Carpal+height+and+postoperative+str>

ength+after+proximal+row+carpectomy+or+four-corner+arthrodesis%3A+Clinical%2C+anatomical+and+biomechanical+study.

30. Berkhout MJ, Bachour Y, Zheng KH, et al. Four-Corner Arthrodesis Versus Proximal Row Carpectomy: A Retrospective Study With a Mean Follow-Up of 17 Years. *Hand Surg Am.*2015 Jul;40(7):1349-54. DOI: 10.1016/j.jhsa.2014.12.035. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Four-Corner+Arthrodesis+Versus+Proximal+Row+Carpectomy%3A+A+Retrospective+Study+With+a+Mean+Follow-Up+of+17+Years.>

31. Debottis DP, Werner FW, Sutton LG, et al. 4-corner arthrodesis and proximal row carpectomy: a biomechanical comparison of wrist motion and tendon forces. *J Hand Surg Am.*2013 May;38(5):893-8. DOI: 10.1016/j.jhsa.2013.01.033. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=4-corner+arthrodesis+and+proximal+row+carpectomy%3A+a+biomechanical+comparison+of+wrist+motion+and+tendon+forces>

32. Shindle MK, Burton KJ, Weiland AJ, et al. Complications of circular plate fixation for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Eur Vol.*2007 Feb;32(1):50-3. DOI: 10.1016/j.jhsb.2006.08.016. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17049699>.

33. Manuel JL, Weiss AP. Scapholunocapitate arthrodesis using the mini-spider plate. *Tech Hand Up Extrem Surg.*2003 Sep;7(3):87-92. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Scapholunocapitate+arthrodesis+using+the+mini-spider+plate.>

34. Rodgers JAJA, Holt G Finnerty EP et al. Scaphoid excision and limited wrist fusion: a comparison of K-wire and circular plate fixation. *Hand.*2008;3:276-281. DOI: 10.1007/s11552-008-9099-x. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Scaphoid+excision+and+limited+wrist+fusion%3A+a+comparison+of+K-wire+and+circular+plate+fixation>

35. Enna M, Hoepfner P, Weiss AP. Scaphoid excision with four-corner fusion. *Hand Clin.*2005 Nov;21(4):531-8. DOI: 10.1016/j.hcl.2005.08.012. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Scaphoid+excision+with+four-corner+fusion++Enna.>

36. Rhee PC, Kakar S, Shin AY. Four-corner arthrodesis with a locking, dorsal circular polyetherether-ketone (PEEK-Optima) plate. *Tech Hand Up Extrem Surg.*2012 Dec;16(4):236-41. DOI: 10.1097/BTH.0b013e31826d221a. Enlace PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23160559>.

