

Artrodesis de muñeca con resección simultánea de la primera fila del carpo. Nuestra experiencia en la mano reumatoide

I. PROUBASTA RENART⁽¹⁾, C. LAMAS GÓMEZ⁽¹⁾, J. ITARTE PUJALS⁽¹⁾,
E. MOYA GÓMEZ⁽²⁾

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL DE LA SANTA CURZ Y SAN PABLO,
BARCELONA

⁽¹⁾MÉDICO CONSULTOR 2

⁽²⁾MÉDICO RESIDENTE DE 2º AÑO

Correspondencia:

Dr. Ignacio Proubasta Renart
Avda. San Antonio M^o Claret, 167
08025 Barcelona
Teléf: 932 919 411
e-mail: iproubasta@santpau.es

Objetivo: Dar a conocer los resultados obtenidos en una serie de pacientes con artritis reumatoide a los que se les practicó una artrodesis de muñeca con resección simultánea de los huesos de la primera fila del carpo, utilizando como material de osteosíntesis la placa premoldeada de muñeca.

Material y método: Estudio retrospectivo de 13 artrodesis de muñeca en 12 pacientes con artritis reumatoide. Excepto en dos muñecas que ya habían sido tratadas previamente mediante sendos implantes radiocarpianos de Swanson y que evolucionaron hacia la ruptura de los mismos, los demás casos presentaban un grado V de destrucción articular según la clasificación de Larsen et al. y/o de grado III de inestabilidad según la clasificación de Simmen y Huber. Después de la colocación de la placa sobre el radio, hueso grande y tercer metacarpiano, se rellenó las zonas de artrodesis con injerto óseo proveniente de los huesos de la primera fila del carpo. Al año de la intervención, se valoró el grado de dolor, movimiento de pronosupinación, fuerza de prensión y satisfacción subjetiva del paciente.

Resultados: A excepción de una muñeca que evolucionó hacia la pseudoartrosis, y que fue el paciente al que se le artrodesaron ambas, todos los casos consolidaron sin problemas. Los resultados clíni-

Objective: We present our series of patients with rheumatoid arthritis who underwent wrist arthrodesis with excision of the proximal row carpal bones using the compression wrist plate.

Material and method: Retrospective study of 13 arthrodesis of the wrist in 12 patients with rheumatoid arthritis. Except in two wrists that already had been treated previously by means Swanson arthroplasty and which to evolutioned to rupture of the implant, the other cases presented a V degree of articular damage according to the Larsen et al. classification or a unstable III degree according to the Simmen and Huber classification. After the plate implantation over the radius, capitate and third metacarpal, the zone of arthrodesis was filled with bone graft obtained of the carpal bones removed. One year after surgical intervention, all patients were evaluated using a questionnaire to assess pain, function, force and satisfaction with the procedure.

Results: With the exception of a wrist that evolved to non-union, all cases had united without problems. Clinical outcome scores showed that 100% of patients achieved significant improvement.

Conclusions: In patients with rheumatoid arthritis and with seriously destruction of the wrist, the arthrodesis of the wrist with simultaneous resection of

cos, en cuanto a los parámetros valorados, mostraron una mejoría significativa en el 100% de los pacientes.

Conclusiones: En pacientes con artritis reumatoide y con una grave destrucción articular y/o inestabilidad de muñeca, la artrodesis de la misma con resección simultánea de los huesos de la primera fila del carpo y fijación con placa premoldeada de muñeca, constituye una técnica muy válida para conseguir una articulación sólida, estable y libre de dolor.

Palabras clave: muñeca, artrodesis, artritis reumatoide, placa de compresión.

proximal row carpal bones and fixation with dynamic wrist compression plate, constitutes a very valid technique to obtain a solid, stable and free joint of pain.

Key words: wrist, arthrodesis, rheumatoid arthritis, compression plate.

Rev. Iberam. Cir. Mano – Vol. 35 • Núm. 2 • Noviembre 2007 (14-21)

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de la muñeca con artritis reumatoide (AR) depende fundamentalmente del grado de destrucción articular. En este sentido, diferentes clasificaciones radiográficas han sido utilizadas, entre las que cabe citar la de Larsen et al.¹ (**Tabla I**) y la de Wrightington² (**Tabla II**). Mientras que la primera describe el grado de lesión osteoarticular, la segunda combina los hallazgos radiológicos con las opciones terapéuticas. Otra clasificación al respecto, es la de Simmen y Huber^{3,4}, la cual está basada en el curso natural de la enfermedad, distinguiendo tres tipos diferentes. El Tipo 1 o de anquilosis, se caracteriza por la fusión espontánea de la muñeca. El Tipo 2 o de artrosis, combina cambios degenerativos y artríticos con presencia de osteoporosis y esclerosis subcondral, y el Tipo 3 o destructiva, que indica la existencia de una completa desintegración de la anatomía radiocarpiana, con la presencia de inestabilidad, luxación, y grave pérdida ósea. Pues bien, teniendo en cuenta estos criterios radiográficos, que siempre deben co- tejarse con una completa exploración clínica, el cirujano ortopédico tiene varias opciones terapéuticas, desde las simples sinovectomías a las artrodesis parciales en los primeros estadios de la enfermedad, hasta la artrodesis total y/o la artroplastia de muñeca en los estadios más avanzados⁵. Es en estos últimos estadios, donde puede plantearse la realización de una artrodesis o

una artroplastia. En este contexto, si bien la artroplastia permite conservar buena parte del movimiento, no es menos cierto que requiere de unos estabilizadores capsuloligamentosos adecuados, pues de no ser así, se produce el aflojamiento y/o luxación de la misma⁵. Es por ello, que la artrodesis total de muñeca ha constituido desde siempre la intervención estándar para las graves deformidades de la muñeca reumatoide, en las que además existe una marcada inestabilidad⁶. Sin embargo, dicha técnica no está exenta de complicaciones, unas derivadas de la propia patología, que en el caso de la AR se le suma la existencia de una muy pobre calidad del tejido óseo, y otras ocasionadas por la propia técnica quirúrgica en sí⁷. En el primer aspecto, en el que es indispensable un buen contacto óseo entre las superficies articulares a fusionar para conseguir un bloque homogéneo, nos encontramos muy a menudo que después de proceder a la resección de los cartílagos, es imposible conseguir un adecuado contacto entre los diferentes elementos óseos para proceder a su fijación, incluso cuando se utiliza injerto óseo. Por tanto, un recurso a esta técnica es la de proceder a la resección de la primera fila del carpo para minimizar estos problemas. Y en el segundo aspecto, aún cuando existen diversas técnicas quirúrgicas, no todas permiten una adecuada estabilización, por lo que no es infrecuente que se desarrolle una pseudoartrosis. En este sentido y a tenor de lo publicado hasta ahora, las dos técnicas más frecuentemen-

Tabla I - CLASIFICACIÓN DE LARSEN ET AL¹

GRADO	HALLAZGOS RADIOGRÁFICOS
0	Sin cambios, articulación normal
1	Edema de partes blandas, osteoporosis, mínima disminución espacio articular
2	Erosiones, moderada disminución espacio articular
3	Moderada destrucción espacio articular
4	Destrucción avanzada pero con preservación superficie articular
5	Enfermedad mutilante, destrucción de las superficies articulares

Tabla II - CLASIFICACIÓN DE WRIGHTINGTON²

GRADO	HALLAZGOS RADIOGRÁFICOS	TRATAMIENTO
1	Erosiones, quistes, osteoporosis	Sinovectomía
2	Inestabilidad carpiana	Estabilización partes blandas/ Artrodesis parciales
3	Destrucción moderada, subluxación	Artrodesis/Artroplastia
4	Destrucción avanzada	Artrodesis

te utilizadas para conseguir una artrodesis de muñeca son las de Mannerfelt y Malmsten⁸, que utiliza un clavo de Rush endomedular y dos grapas, y la osteosíntesis con placa premoldeada de muñeca (Synthes, Paoli, PA, USA)⁹.

El motivo del presente trabajo es el de presentar y valorar los resultados obtenidos en una serie de pacientes con AR, a los que se les practicó una artrodesis de muñeca con resección simultánea de la primera fila del carpo, y en la que se utilizó como material de osteosíntesis la placa premoldeada de muñeca.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre 1998 y 2004, se practicaron sobre 12 pacientes con enfermedad reumatoide, un total de 13 artrodesis de muñeca con resección simultánea de la primera fila del carpo. Todos los pacientes presentaban una destrucción articular grado V según la clasificación de Larsen et al.¹

y/o de grado III según la clasificación de Simmen y Huber^{3, 4}. Dos de los pacientes ya habían sido tratados previamente mediante sendos implantes de muñeca tipo Swanson y que evolucionaron hacia la ruptura de los mismos. Todos los casos eran mujeres con una edad media de 54 años (rango: 36-64). En 10 casos, la muñeca intervenida fue la derecha, mientras que en los 3 casos restantes, fue la izquierda, la no dominante. La indicación de artrodesis se hizo atendiendo a dos parámetros fundamentales: el dolor no controlado médicamente y la impotencia funcional. En cuanto a este último parámetro, y tal como hemos comentado, todos los casos presentaban una destrucción articular avanzada junto con una inestabilidad radiocarpiana máxima.

La técnica quirúrgica fue siempre la misma. Mediante incisión longitudinal o en zig-zag sobre el dorso de la muñeca, se identifican y protegen las ramas sensitivas dorsales del nervio radial y cubital si aparecen en la vecindad de

la incisión. A continuación, se secciona el retináculo extensor siguiendo el tercer compartimento. Los septos que separan los compartimentos segundo, cuarto y quinto son seccionados frontalmente de manera que puedan protegerse todos los tendones extensores que cruzan la muñeca. Los dos colgajos de tejido retinacular así creados se reclinan hacia radial y cubital. Para exponer la cápsula articular radiocarpiana, se luxa y retrae el tendón del *m. extensor pollicis longus* y los de los *m. extensores carpi radialis longus* y *brevis* hacia el lado radial, mientras que el tendón del *m. extensor indicis proprius* y los del *m. extensor digitorum comunis* se retraen cubitalmente. Debajo mismo del tendón del *m. extensor indicis proprius* y discurriendo paralelo al borde cubital del radio, se localiza y secciona el nervio interóseo posterior como medida antiálgica adicional. Una vez descubierta la cápsula articular, se secciona la misma longitudinalmente, exponiendo el radio, todos los huesos carpianos y la zona proximal y media del tercer metacarpiano. Seguidamente, se practica la exéresis del extremo distal del radio con sierra eléctrica, incluyendo el cartílago articular, y se crea una concavidad en su esponjosa, de tal forma que se pueda acoplar en su interior la cabeza del hueso grande una vez se ha procedido a la resección de la primera fila del carpo y a la denudación de su cartílago articular. Los huesos de la primera fila del carpo serán utilizados posteriormente como injerto óseo. Llegados a este punto, se encaja la convexa cabeza del hueso grande a la superficie cóncava del radio, y se comprueba cual de las tres placas (angulada estándar, angulada corta y/o recta) es la que mejor se adapta al montaje. Una vez elegida la placa más idónea, que en nuestra serie correspondieron a 7 placas rectas y 5 placas anguladas cortas, se practica la exéresis del cartílago remanente de la articulación entre el hueso grande y el tercer metacarpiano, al mismo tiempo que se procede a la resección de la cabeza del cúbito, la cual suele estar casi siempre subluxada dorsalmente. Los dos pacientes a los que se les había intervenido previamente mediante sendos implantes de Swanson, solo requirieron la extracción de los mismos así como el curetaje del tejido fibroso neoformado, tanto a nivel radial como

del hueso grande, pues los huesos de la primera fila del carpo así como la cabeza del cúbito ya habían sido resecados en la anterior intervención.

Sea cual sea la placa elegida, ésta consta de 8 orificios, cuatro proximales para tornillos de 3,5 mm y cuatro distales para tornillos de 2,7 mm. En el caso de utilizar la placa angulada, se inicia la fijación de la misma mediante el tornillo más proximal de los distales de la zona plana, el cual debe coincidir sobre la base del tercer metacarpiano. Dicho tornillo no se fija aún sólidamente a la placa. Con esta medida, se pueden corregir leves desviaciones en el plano frontal al poder girar libremente la placa sobre el mismo. Siempre que se pueda, se procura obtener una muñeca totalmente neutra, es decir, que el eje longitudinal del tercer metacarpiano coincida con el del radio. Seguidamente se coloca el tornillo más distal de los proximales, también en la zona plana de la placa y que debe coincidir sobre la metáfisis del radio. Una vez comprobado el buen acoplamiento de la misma sobre las superficies dorsales del radio/hueso grande/tercer metacarpiano, se colocan los demás tornillos, alternando sucesivamente uno en la parte distal de la placa y el otro en la parte proximal de la misma. Opcionalmente pueden colocarse los dos tornillos centrales correspondientes a la zona acodada de la placa con el fin de fijarlos al hueso grande, aunque no lo consideramos imprescindible. En el caso de utilizar una placa recta, también se sigue con el mismo procedimiento, aunque procuramos que los tornillos se coloquen en la parte más alejada de los agujeros y rozando el metal, para así conseguir la máxima compresión posible. Acto seguido, los injertos obtenidos de la resección de la cabeza del cúbito y de los huesos de la primera fila del carpo resecados, son colocados a cada lado de la zona de artrodesis. En los dos casos con implantes previos de Swanson, se utilizó como relleno, injerto de matriz ósea desmineralizada (Grafton DBM®, Eatontown, New Jersey, U.S.A) (**Figura 1**). Finalizada la intervención, se sutura la cápsula articular, el retináculo extensor, el tejido subcutáneo y la piel, sin dejar ningún tipo de drenaje, y se coloca un yeso de escafoides, es decir, incluyendo la falange proximal del pulgar. Un



Figura 1: Artrodesis radio/hueso grande mediante placa premoldeada de muñeca, a la que se le asoció injerto óseo con matriz desmineralizada (Grafton DBM®), en una paciente previamente intervenida con implante radiocarpiano de Swanson. A) Proyecciones anteroposterior y lateral preoperatorias. B) Aspecto quirúrgico. C) Proyecciones anteroposterior y lateral postoperatorias.

detalle de la técnica en cuanto a la sutura del retináculo extensor se refiere, es que realizamos una sección transversal del mismo con el fin de que una de las dos mitades se sitúe por encima de la placa y la otra por encima de los extensores. Con esta medida, evitamos en lo posible el excesivo roce de los extensores con la placa. En este aspecto, en ningún caso fue preciso realizar reparaciones tendinosas asociadas.

La inmovilización se mantiene por espacio de 4 semanas, aunque a las dos semanas se realiza

un cambio de yeso y se retiran los puntos. A partir de entonces y después de comprobar radiográficamente la consolidación, se permite la utilización de la mano sin restricciones (**Figura 2**).

Al año de la intervención, se realizó una valoración global de los pacientes, comprobando el grado de dolor según escala analógica visual (0 a 10), movimiento de pronosupinación con goniómetro, comparación de la fuerza de presión entre ambas muñecas mediante dinamómetro de Jamar®, y consolidación radiográfica

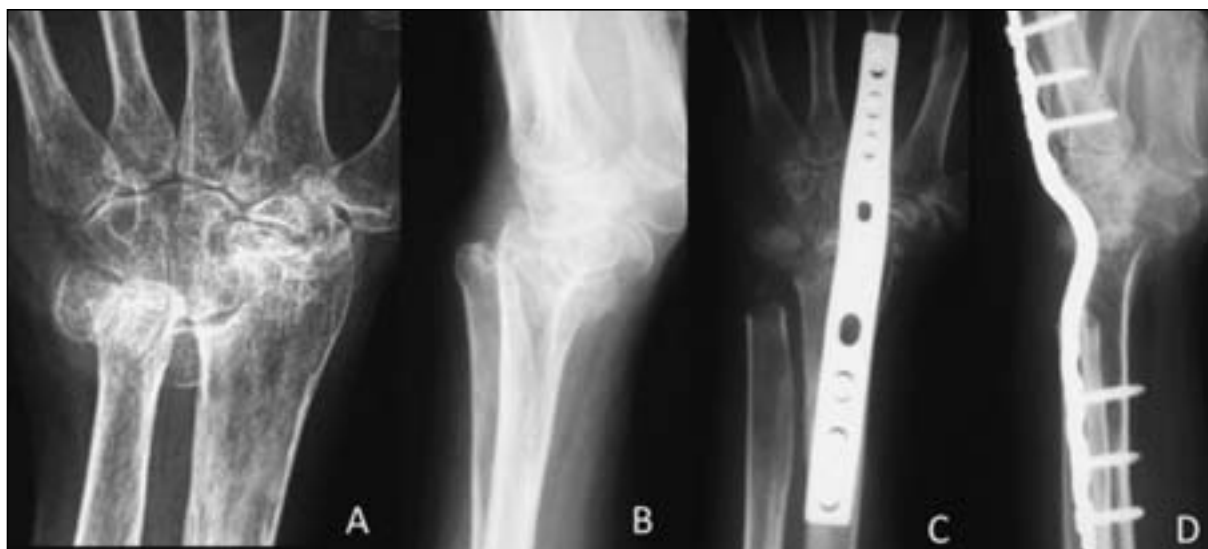


Figura 2: Artrodesis radio/hueso grande mediante placa premoldeada de muñeca en una paciente con AR grave. A) Proyección anteroposterior preoperatoria. B) Proyección lateral preoperatoria. C) Proyección anteroposterior postoperatoria. D) Proyección lateral postoperatoria.

conseguida, entendiendo como tal la observancia del paso de trabéculas óseas entre hueso grande y radio en la proyección de perfil, ya que en la anteroposterior es imposible objetivarla con claridad debido a la presencia de la placa de osteosíntesis. Finalmente se solicitó al paciente la impresión subjetiva de su intervención, valorando si estaba o no satisfecho con el resultado obtenido.

RESULTADOS

A excepción de una muñeca que evolucionó hacia la pseudoartrosis, y que fue el paciente al que se le artrodesaron ambas, todos los casos consolidaron sin problemas. La paciente con pseudoartrosis, también fue el único caso que se infectó y que requirió un desbridamiento quirúrgico con extracción de la placa antes de que se hubiera conseguido la consolidación. Sin embargo, la anquilosis fibrosa conseguida fue suficientemente sólida para lograr una muñeca prácticamente indolora. En este sentido y siguiendo la escala analógica visual de dolor, los casos de nuestra serie pasaron de una puntuación media preoperatoria de 8,3 (rango: 7,5-9,2) a 1,2 (rango: 1-1,5) postoperatoria. En cuanto al movimiento de pronosupinación, se pasó de un movimiento de pronación preoperatorio de 45° de media (rango: 36°-62°) a uno postoperatorio de 72° (rango: 65°-80°), mientras que el de supinación, de 32° (rango: 20°-46°) en el preoperatorio se pasó a 76° (rango: 65°-80°) en el postoperatorio.

A excepción de la paciente al que se le artrodesaron ambas muñecas, la fuerza media de prensión conseguida fue un 20% superior a la de la otra muñeca, si bien hay que admitir que todos los pacientes presentaban también diversos grados de afectación articular de la misma.

Al final de este estudio, a excepción de la paciente al que se le infectó la herida y que se trató mediante desbridamiento quirúrgico, extracción de la placa y tratamiento antibiótico endovenoso, en ningún caso hubo que retirar el material de osteosíntesis.

Finalmente, todos los pacientes indicaron que estaban muy satisfechos con el resultado funcional conseguido.

DISCUSIÓN

La artrodesis de muñeca, aún cuando sacrifica el movimiento por la estabilidad, constituye un procedimiento quirúrgico excelente en aquellos pacientes que presentan una AR grave, es decir, con una marcada restricción del movimiento, intenso dolor, inestabilidad, destrucción articular y/o luxación radiocarpiana, tal como así fue en todos nuestros casos. En este sentido, la deformidad y la inestabilidad instaurada, afectan notablemente la función de la mano. El propósito de la artrodesis de muñeca es, pues, conseguir una articulación fija y estable que libere al paciente de dolor y potencie la fuerza de la mano sin pérdida adicional de la función de la extremidad superior¹⁰. Sin embargo, dicha intervención puede realizarse de muy diferentes maneras, desde la utilización de injerto corticoesponjoso y fijación del mismo con tornillos¹¹, pasando por el uso de barras bioabsorbibles de ácido poliláctico¹², el enclavamiento endomedular con clavos de Rush y grapas (técnica de Mannerfelt y Malmsten)⁸, hasta las actuales placas premoldeadas de muñeca^{13, 14}. Si bien estas dos últimas técnicas son las más frecuentemente utilizadas, parece ser que no existen diferencias significativas entre ambas en cuanto a resultados se refiere, aunque el grado de satisfacción del paciente, se decanta por la placa. En nuestros casos pudimos comprobar este aspecto, aunque evidentemente no lo podemos confirmar plenamente al no poder compararlo con otro tipo de técnica. En cuanto a la resección de los huesos de la primera fila del carpo, creemos que dicha medida facilita enormemente la técnica quirúrgica, pues en muñecas con una grave destrucción articular y marcada inestabilidad, existe una luxación palmar del carpo que hace muy difícil, si no imposible, conseguir una perfecta congruencia de todos los elementos óseos implicados en la fusión ósea. De hecho, en 4 casos, debido a su larga evolución, el semilunar no solo estaba luxado en sentido volar sino que también estaba artrodesado al radio. En estas circunstancias se hace imposible preservarlo y, en consecuencia debe resecarse, motivo por el cual debe procederse también a la exéresis del escafoide y del piramidal. Sin embargo, dicha

técnica no es nueva, pues la primera descripción de la misma fue introducida por Liebolt en 1938¹⁵, aunque sus resultados fueron desalentadores al no introducir ningún elemento de fijación metálica entre las superficies a fusionar. Años más tarde, Robinson y Kayfet¹⁶ modificaron la técnica utilizando tornillos y grapas entre el radio y hueso grande, mejorando sustancialmente la tasa de consolidaciones. Si bien las indicaciones de la artrodesis con resección simultánea de los huesos de la primera fila del carpo fue inicialmente recomendada en el tratamiento de las secuelas de la isquemia de Volkmann y en los pacientes con hemiplejía espástica, donde la existencia de una grave contractura en flexión hacían imprescindible la práctica de esta medida para conseguir una muñeca en posición neutra y estable, más tarde fue utilizada para el tratamiento de otras patologías. En este contexto, la artrodesis entre radio y hueso grande es utilizada como intervención de rescate en aquellos pacientes con artrosis secundaria entre ambos huesos después de haberse practicado una carppectomía proximal¹⁷ y/o después del fracaso de una artroplastia de muñeca¹⁸. Por lo que se refiere a la AR,

el trabajo de Hartigan et al.¹⁹, confirma que la exéresis de la fila proximal del carpo facilita un contacto óptimo entre el radio y el hueso grande, simplificando la posición deseada de neutralidad o en ligera extensión de muñeca. Asimismo, con dicho proceder, se eliminan varias articulaciones a fusionar, minimizando el riesgo de pseudoartrosis. Finalmente, los huesos extirpados sirven de injerto óseo, evitando la toma del mismo en otras zonas (cresta ilíaca) y, en consecuencia, disminuyendo la morbilidad de la intervención.

Aunque el acortamiento del carpo puede suponer una disminución de la fuerza de prensión, se ha podido comprobar que no existen diferencias significativas cuando se la ha comparado con muñecas artrodesadas sin resección de la primera fila del carpo^{20, 21}.

Por todo ello, creemos que en pacientes con AR y con una grave destrucción articular y/o desestabilización de muñeca, la artrodesis de la misma con resección simultánea de los huesos de la primera fila del carpo y fijación con placa premoldeada de muñeca, constituye una técnica muy válida para conseguir una articulación sólida, estable y libre de dolor.

BIBLIOGRAFÍA

- Larsen A, Dale K, Eek M. Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn*, 1977; 18: 481-91.
- Hodgson SP, Stanley JK, Muirhead A. The Wrightington classification of rheumatoid wrist X-rays: a guide to surgical management. *J Hand Surg B*, 1989; 14: 451-5.
- Simmen BR, Huber H. The rheumatoid wrist: A new classification related to the type of the natural course and its consequences for surgical therapy. En Simmen BR, Hagen F (Ed). *The wrist in rheumatoid arthritis*. Basel: Karger, 1992: 13-25.
- Flury MP, Herren DB, Simmen BR. Rheumatoid arthritis of the wrist. Classification related to the natural course. *Clin Orthop*, 1999; 366: 72-7.
- Trieb K. Treatment of the wrist in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg A*, 2008; 33:113-23.
- Moneim MS, Pribyl CR, Garst JR. Wrist arthrodesis. Technique and functional evaluation. *Clin Orthop*, 1997; 341: 23-9.
- Kopylov P. Fusion of the rheumatoid wrist. *Tech Orthop*, 2003; 18: 239-45.
- Mannerfelt L, Malmsten M. Arthrodesis of the wrist in rheumatoid arthritis. *Scand J Plast Reconstr Surg*, 1971; 5: 124-30.
- Toma CD, Machacek P, Bitzan P, et al. Fusion of the wrist in rheumatoid arthritis. A clinical and functional evaluation of two surgical techniques. *J Bone Joint Surg B*, 2007; 89: 1620-6.
- Barbier O, Saels P, Rombout JJ, et al. Long-term functional results of wrist arthrodesis in rheumatoid arthritis. *J Hand Surg B*, 1999; 24: 27-31.
- Tannenbaum DA, Louis DS. The Stein and Gill technique for wrist arthrodesis. *Tech Hand Upper Extrem Surg* 1999; 3: 181-4.
- Voutilainen N, Juutilainen T, Pääriälä H, et al. Arthrodesis of the wrist with bioabsorbable fixation in patients with rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg B*, 2002; 27: 563-7.
- Houshian S, Schröder HA. Wrist arthrodesis with the AO titanium wrist fusion plate: a consecutive series of 42 cases. *J Hand Surg B*, 2001; 26: 355-9.
- Meads BM, Scougali PJ, Hargreaves IC. Wrist arthrodesis using a Synthes wrist fusion plate. *J Hand Surg B*, 2003; 28: 571-4.
- Liebolt FL. Surgical fusion of the wrist joint. *Surg Gynecol Obstet*, 1938; 66: 1008-23.

16. Robinson RF, Kayfetz DO. Arthrodesis of the wrist: preliminary report of a new method. *J Bone Joint Surg A*, 1952; 34: 64-70.
17. Louis DS, Hankin FM, Bowers WH. Capitate-radius arthrodesis: an alternative method of radiocarpal arthrodesis. *J Hand Surg A*, 1984; 9: 365-9.
18. Carlson JR, Simmons BP. Wrist arthrodesis after failed wrist implant arthroplasty. *J Hand Surg A*, 1998; 23: 893-8.
19. Hartigan BJ, Naglne DJ, Foley MJ. Wrist arthrodesis with excision of the proximal carpal bones using the AO/ASIF wrist fusion plate and local bone graft. *J Hand Surg B*, 2001; 26: 247-51.
20. Bolano LE, Green DP. Wrist arthrodesis in post-traumatic arthritis: a comparison of two methods. *J Hand Surg A*, 1993; 18: 786-91.
21. Richards RS, Roth JH. Simultaneous proximal row carpectomy and radius to distal carpal row arthrodesis. *J Hand Surg A*, 1994; 19: 728-32.