

# Artrodesis de cuatro esquinas en pacientes con artrosis de muñeca

María Francisca Vázquez-Alonso,<sup>a</sup> Alberto Viñas-Silva<sup>b</sup>

## Four corner fusion in patients with wrist arthritis

Scapholunate advance collapse (SLAC) and Scaphoid nonunion advance collapse (SNAC), are the two most common patterns of posttraumatic wrist arthritis. SLAC wrist develops after attenuation, either traumatically or atraumatically, of the scapholunate ligament. Atraumatic causes of SLAC wrist include calcium pyrophosphate dehydrate deposition disease, rheumatoid arthritis, neuropathic diseases, and b2-microglobulin associated amyloid deposition diseases. On the other hand, SNAC wrist develops following a scaphoid fracture that has progressed to a nonunion. Both of these processes lead to abnormal joint kinematics, since the lunate is unrestrained by the distal scaphoid and, therefore, assumes an extended posture. Over time, this may result in Dorsal intercalated segment instability (DISI) deformity, which invariably progresses to degenerative arthritis of the radioescaphoid articulation, followed by carpal collapse and midcarpal arthritis.

The purpose of this retrospective study is to evaluate the functional outcome and pain relief in SLAC/SNAC wrist, after four corner fusion. This study was made in 52 patients of the Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, these patients undergone four corner fusion surgery, in a period January 2007 to December 2014. We used Quick Dash Questionary to evaluate functional outcome and pain relief in these patients.

<b>Keywords</b>	<b>Palabras clave</b>
Wrist	Muñeca
Arthrodesis	Artrodesis
Arthritis	Artritis

El colapso avanzado de la muñeca secundario a pseudoartrosis del escafoides (scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC) y el colapso avanzado escafo-semilunar (scapholunate advanced collapse, SLAC) son dos de los patrones más comunes de muñecas artróticas postraumáticas.<sup>1,2-14</sup>

La muñeca SLAC se desarrolla después de una alteración, ya sea traumática o atraumática, del ligamento escafosemilunar. Ambos procesos llevan a una cinemática anormal de la articulación, desde que el semilunar no es contenido por el escafoides y, por lo tanto, asume una posición en extensión. Encima, esto resulta en deformidad por inestabilidad dorsal del carpo (DISI), la cual invariablemente progresará a una artritis degenerativa de la articulación radioescafoidea, seguida de colapso del carpo y artritis del medio-carpo.<sup>1,2,15-17</sup>

El escafoides es un enlace anatómico y biomecánico de suma importancia entre la hilera proximal y distal del carpo. Esto es dilucidado por dos modelos de lesión del escafoides, muñeca SNAC y muñeca SLAC. En el pasado, la etapa final de estas patologías era tratada generalmente con artrodesis total de muñeca. Desde la década de 1980, la escisión del escafoides con artrodesis de cuatro esquinas ha tenido un incremento en popularidad como opción terapéutica para pacientes en etapa II y III de muñecas SLAC/SNAC.<sup>8,9,13,16</sup>

En una muñeca sana, el hueso semilunar mantiene una posición neutral entre el radio distal y el hueso grande, balanceando las fuerzas contrarias creadas por los ligamentos escafosemilunar y semilunar-piramidal. El ligamento escafosemilunar tiene un momento de flexión, resultado de la flexión entre el escafoides, radio distal y trapecio. La fractura del escafoides y la incompetencia escafosemilunar tras una lesión altera la intercalación normal entre escafoides y semilunar, además permite la extensión del semilunar guiado por un ligamento semilunar-piramidal intacto. Un rango funcional de movimientos de la muñeca permite realizar actividades de la vida diaria, incluyendo vestirse, comer y llevar a cabo la higiene personal. La investigación de Brumfield y Champoux indica que los rangos de movimiento funcional de la muñeca son: 10 grados de flexión y 35 grados de extensión.<sup>8,9,18-20</sup>

<sup>a</sup>Servicio Cirugía de Mano

<sup>b</sup>Residente de Ortopedia

<sup>a,b</sup>Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

Comunicación con: María Francisca Vázquez-Alonso  
Correo electrónico: frantzces\_10@yahoo.com.mx

Recibido: 04/05/2016

Aceptado: 16/06/2016

El colapso avanzado de la muñeca secundario a pseudoartrosis del escafoides (scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC) y el colapso avanzado escafosemilunar (scapholunate advanced collapse, SLAC) son dos de los patrones comunes de muñecas artróticas postraumáticas. La muñeca SLAC se desarrolla después de una alteración, traumática o atraumática, del ligamento escafosemilunar. Entre las causas atraumáticas de muñeca SLAC se incluyen: enfermedad por depósito de pirofosfato de calcio, artritis reumatoide y enfermedad neuropática. Por otra parte, la muñeca SNAC se desarrolla por fractura del escafoides que ha progresado a no unión.

Ambos procesos conllevan cinemática anormal de la articulación, desde que el semilunar no es contenido

por el escafoides y, por lo tanto, asume una posición en extensión. Además, esto resulta en deformidad por inestabilidad dorsal del carpo (DISI), la cual invariablemente progresará a artritis degenerativa de la articulación radioescafoidea, seguida de colapso del carpo y artritis del medio-carpo.

Este es un estudio retrospectivo, longitudinal, observacional realizado en 52 pacientes derechohabientes del IMSS, operados de artrodesis de cuatro esquinas del carpo en el Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, de enero 2007 a diciembre 2014, evaluando resultados funcionales mediante cuestionario Quick Dash en los pacientes operados de artrodesis de cuatro esquinas en padecimientos de muñeca SLAC/SNAC.

## Resumen

En el análisis de Watson de más de 4000 radiografías de muñeca, el 95% de las radiografías con artrosis estuvo involucrado el escafoides. La muñeca SLAC es la forma más común de artrosis no inflamatoria. Como resultado de la insuficiencia del ligamento escafosemilunar, el escafoides se flexiona y pierde su congruencia articular normal con respecto a la fosa del radio distal. Dicha incongruencia lleva a los distintos estadios de la patología.<sup>1,2-9</sup>

Ya sea que se trate de SLAC o SNAC, Watson y colaboradores describieron un patrón de artrosis progresiva de cuatro etapas. La etapa 1 está caracterizada por artrosis en la estiloides radial hasta el escafoides distal, la cual progresa a etapa 2 cuando se involucra la articulación radioescafoidea en SLAC y radio-escafo-grande en SNAC. Posteriormente se presenta la etapa 3, donde hay cambios degenerativos que involucran el medio carpo, específicamente, la articulación semilunar-grande (y escafo-grande en SLAC). Finalmente en la etapa 4, con artrosis pancarpal con preservación de la articulación radio-semilunar.<sup>1,3,18,19</sup>

El diagnóstico de SLAC y SNAC estará basado en la historia clínica del paciente, examen físico y estudios radiográficos adecuados. Los pacientes se presentan con dolor en muñeca, edema dorso radial, y limitación del movimiento y de la fuerza de la muñeca. Al momento del examen físico, el dolor puede ser provocado a nivel del medio-carpo o de la articulación radio carpiana. Radiografías bilaterales deben ser realizadas para corroborar los hallazgos clínicos y ayudar con las recomendaciones terapéuticas. También son útiles para determinar en qué etapa se encuentra el paciente. Inicialmente, el tratamiento quirúrgico en muñecas SNAC y SLAC puede ser optimizado. Esto incluye inmovilización de la muñeca con férulas, medicación antiinflamatoria e infiltraciones. Si los síntomas empeoran con la progresión de la enfermedad, se considerará el tratamiento quirúrgico. Cuando los síntomas han sido refractarios al tratamiento con-

servador, existen varias opciones quirúrgicas para el tratamiento de la muñeca SLAC y SNAC; estas incluyen desde estiloidectomía radial hasta escisión del polo distal del escafoides (en muñecas SNAC), denervación de la muñeca, artrodesis parcial, carpectomía de la hilera proximal del carpo, y artrodesis total de muñeca. El curso del tratamiento específico variará en base a la preferencia personal y de la etapa de la artrosis. Ocasionalmente, se deben tomar decisiones intraoperatorias para determinar el estatus de la superficie articular del hueso grande.<sup>1,4,8,9,11,12</sup>

## Artrodesis de cuatro esquinas

Originalmente descrita por Watson y Ballet, este procedimiento involucra la escisión del escafoides y la artrodesis entre el hueso grande y el semilunar con clavillos Kirschner. Como lo describió Watson, la artrodesis de cuatro esquinas puede ser abordada a través de una incisión dorsal transversa distal a nivel de la estiloides radial. Este abordaje se debe realizar cuidadosamente para no lesionar la rama dorsal del nervio radial. El extensor largo del pulgar se identifica y retrae, seguido de la escisión del escafoides, en su polo distal. Se debe preservar el ligamento radio semilunar. Se realiza una incisión transversa a través de cápsula articular de la articulación grande-semilunar, con el uso de gubia se remueven las superficies cartilaginosas de los huesos semilunar, grande, ganchoso y piramidal, posteriormente el hueso esponjoso es interpuesto entre las superficies articulares para mejorar la fusión. Posteriormente, se colocan clavillos Kirschner entre el grande y el ganchoso, piramidal y semilunar, grande y semilunar, y piramidal y grande. La artrodesis de cuatro esquinas está indicada en el tratamiento de muñeca SLAC/SNAC cuando el dolor en el paciente es sumamente severo y rebelde al tratamiento conservador. La mayor contraindicación es una evidencia radiográfica o transquirúrgica de cambios degenerativos a nivel

radio-semilunar. Si la articulación semilunar-grande está lesionada (etapa 3), la PRC no es una opción previsible. En general, la carpectomía proximal del carpo (por sus siglas en inglés PRC) está indicada en etapa 2, donde las superficies articulares de la cabeza del grande y la fosa del semilunar están intactas, aunque la artrodesis de cuatro esquinas en esta etapa también es válida. La escisión del escafoides y artrodesis de cuatro esquinas es el procedimiento de elección de la etapa 3 de la muñeca SNAC. La edad del paciente y la demanda requerida en la muñeca para el trabajo y las actividades diarias debe ser valorada para realizar PRC o artrodesis de cuatro esquinas. En general, pacientes jóvenes con gran demanda en la muñeca han demostrado tener mejores resultados con artrodesis de cuatro esquinas, mientras que en pacientes más longevos, con menor actividad, se prefiere la PRC.<sup>1,4,5,8,9</sup>

El objetivo del presente estudio fue evaluar la evolución funcional de pacientes con lesiones de colapso avanzado escafo-semilunar y colapso avanzado de pseudoartrosis de escafoides tratados con artrodesis de cuatro esquinas, así como determinar las indicaciones de la artrodesis de cuatro esquinas, conocer el tiempo promedio de reintegración laboral posterior al evento quirúrgico y conocer la intensidad de dolor antes y después del evento quirúrgico.

## Métodos

Previo aprobación por el Comité Local de Investigación y el consentimiento informado verbal, se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal y observacional, en la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, del Instituto Mexicano del Seguro Social. Se incluyeron en el estudio a 52 pacientes derechohabientes del IMSS (masculinos y femeninos de 18 a 70 años, con diagnóstico clínico y radiográfico de muñeca SNAC y SLAC), realizando muestreo no probabilístico por casos consecutivos, intervenidos quirúrgicamente mediante artrodesis de cuatro esquinas en el periodo comprendido de enero del 2007 a diciembre del 2014. La variable independiente fue: pacientes operados mediante artrodesis de cuatro esquinas. Las variables dependientes fueron: sexo, edad, ocupación, dolor preoperatorio, dolor postoperatorio, consolidación de la artrodesis, tiempo de diagnóstico, complicaciones postoperatorias, funcionalidad valorada mediante cuestionario Quick Dash (sensibilidad del 79% y especificidad del 75%) y tiempo de reintegración laboral. Se registraron los datos demográficos de los pacientes en estudio, se utilizó una hoja de descarga de datos que incluyó los datos de identificación del paciente y las variables a estudiar, dichas variables se recabaron

mediante la revisión de expedientes y a través de llamadas telefónicas utilizando la encuesta Quick Dash. Se realizó análisis estadístico, se construyó una base de datos, la misma que fue ingresada al programa estadístico IBM SPSS Statistics, Version 12.0. Se obtuvieron las variables cuantitativas, categóricas y dicotómicas. Se realizó estadística descriptiva para variables cuantitativas y frecuencias para variables cualitativas y dicotómicas. Para las variables cuantitativas se utilizó prueba de sumas de rango para un solo grupo y para comparar las mediciones en dos tiempos. Se realizó prueba de correlación de Pearson, se tomó como significativo todo valor de  $p < 0.05$  y valor de correlación de 0.8 a 1.0. Se realizó una correlación con prueba no paramétrica mediante prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, donde la variable dolor preoperatorio relacionada a dolor posoperatorio tienen valor significativo de  $p < 0.001$ .

Se realizó una correlación con prueba no paramétrica mediante prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, donde la variable tiempo de diagnóstico relacionada a regreso laboral tienen valor significativo de  $p < 0.001$ . También se obtuvo una correlación con prueba de Spearman entre las variables edad actual con edad inicial; edad inicial con regreso laboral; edad actual con regreso laboral; dolor posoperatorio con regreso laboral; tiempo de diagnóstico con regreso laboral, y consolidación ósea con complicaciones, todas ellas con valor estadístico significativo de  $p < 0.001$ .

## Resultados

Se realizó la evaluación a 52 pacientes, de los cuales 48 (92.3%) corresponden al sexo masculino y 4 (7.7%) al sexo femenino. Cuarenta y nueve pacientes (94.2%) no tuvieron complicaciones, uno de ellos (1.9%) presentó dolor residual, otro más (1.9%) retardo en consolidación y uno más (1.9%) proceso infeccioso agregado. Ocupación de los pacientes: 39 (75.0%) obreros, 11 (21.2%) empleados, una (1.9%) ama de casa y un (1.9%) desempleado. Se diagnosticaron 34 pacientes con muñeca SNAC (65.4%), y 18 pacientes diagnosticados con muñeca SLAC (34.6%). De los pacientes diagnosticados: 28 fueron a cirugía al estar en estadio II de la lesión (53.8%) y 24 al estar en estadio III de la lesión (46.2%). La edad de los pacientes al momento del diagnóstico en el grupo de 20-25 años se obtuvieron 4 pacientes (7.6%), de 26 a 30 años 8 (15.2%), de 31 a 35 años 7 (13.3%), de 35 a 40 años 11 pacientes (20.9%), de 36 a 40 años 11 (20.9%), de 41 a 45 años 5 (9.5%), de 46 a 50 años 8 (15.2%), de 51 a 55 años 5 (9.5%), de 56 a 60 años 3 (5.7%), de 61 a 65 años 0 (0%) y de 66 a 70 años 1 paciente (1.9%). En cuanto al dolor preoperatorio, 24 pacientes presentaron 80 puntos en

escala visual análoga del dolor (46.2%), representando el más frecuente, y 30 puntos en la escala visual análoga (EVA) del dolor posoperatorio, 20 pacientes (38.5%) valor más frecuente. El dolor posoperatorio mostró tendencia de mejoría en 48 pacientes (92.4%) frente al dolor preoperatorio. El tiempo transcurrido desde el momento de la lesión a la captación en la consulta externa, el valor de mayor frecuencia fue de 6 meses en 24 pacientes (46.2%), y de 5 meses en 6 pacientes (11.5%). En cuanto a la escala Quick Dash, el valor más frecuente fue 22.75 puntos en 6 pacientes (11.5%), y 25.00 puntos también en 6 pacientes, (11.5%), el valor más bajo: 22.70 puntos (2 pacientes 3.8%), el más alto 90.90 puntos (2 pacientes, 3.8%).

Utilizando la escala Quick Dash, 50 pacientes presentaron discapacidad mínima (96.2%), y dos pacientes discapacidad moderada (3.8%). El regreso laboral a partir de la fecha de cirugía, de 60 días en 10 pacientes, (19.2%) y 50 días (10 pacientes, 19.2%), fueron los valores más frecuentes; el periodo de reincorporación laboral más corto fue de 40 días (4 pacientes, 7.7%) y el más extenso fue de 210 días (uno, 1.9%). Se realizó una correlación con prueba no paramétrica mediante prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, donde la variable dolor preoperatorio relacionada a dolor posoperatorio tienen valor significativo de  $p < 0.001$ . Se realizó una correlación con prueba no paramétrica mediante prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, donde la variable tiempo de diagnóstico relacionada a regreso laboral tienen valor significativo de  $p < 0.001$ . También se obtuvo una correlación con prueba de Spearman entre las variables *edad actual* con *edad inicial*; *edad inicial* con *regreso laboral*; *edad actual* con *regreso laboral*; *dolor posoperatorio* con *regreso laboral*; *tiempo de diagnóstico con regreso laboral* y *consolidación ósea con complicaciones*, todas ellas con valor estadístico significativo de  $p < 0.001$ .

## Discusión

A la fecha del presente reporte, es el primer estudio en el que se evalúa funcionalmente a los pacientes con diagnóstico de muñeca SNAC/SLAC en esta unidad. Existe un amplio acervo científico en el cual se menciona la efectividad del procedimiento quirúrgico en estudios realizados en Europa y en los Estados Unidos.

La artrodesis de cuatro esquinas, es un procedimiento originalmente descrito por Watson y Ballet, este procedimiento involucra la escisión del escafoide y la artrodesis entre el hueso grande y el semilunar con clavillos Kirschner, dicho procedimiento está indicado en pacientes con padecimientos de muñeca SNAC y SLAC.<sup>9</sup> Dacho y colaboradores revisaron 49 pacientes usando una técnica similar, en su estudio 45

pacientes (92%) tuvieron consolidación total verificada por rayos X, y 6 (12%) requirieron conversión a artrodesis total por dolor residual severo o retardo de consolidación.<sup>2</sup> En nuestro estudio se encontró que la mayoría de los pacientes mejoraron en cuanto al dolor preoperatorio con respecto al posoperatorio, utilizando la escala visual análoga del dolor; asimismo, en cuanto a la escala Quick Dash la mayoría de los pacientes presentaron una discapacidad mínima, observando resultados funcionales satisfactorios en la mayoría de los pacientes, resultados similares al estudio realizado por Dacho y Baumeister<sup>3</sup> en 21 pacientes con artrodesis de cuatro esquinas con un seguimiento de 3 años.

Ashemad reportó una serie de 100 pacientes tratados con artrodesis de cuatro esquinas con clavos Kirschner en pacientes con diagnóstico de muñeca SLAC, únicamente tres pacientes (3%) desarrollaron no unión y 12% de los pacientes presentaron evidencia clínica de pinzamiento dorsal.<sup>12</sup>

Watson y Ryu realizaron un estudio en 21 pacientes sometidos a artrodesis de cuatro esquinas, donde únicamente un paciente presentó retardo de consolidación (5%).<sup>9</sup> Asimismo, en una revisión de literatura mundial de 1924 a 1994 realizada por Siegel y Ruby se obtuvo una tasa de retardo de consolidación en artrodesis de cuatro esquinas del 4.3%.<sup>9</sup> En nuestro estudio obtuvimos resultados similares, presentando dos pacientes con retardo de consolidación (3.8%).

La escisión del escafoide más artrodesis de cuatro esquinas puede ser utilizado en estadio II de muñeca SLAC y es el procedimiento de elección en muñeca SNAC en estadio III cuando la degeneración de la articulación hueso grande-semilunar excluye el tratamiento mediante carpectomía de la hilera proximal del carpo. La artrodesis de cuatro esquinas mantiene la altura carpal y preserva intacta la relación semilunar-radio distal. Nuevas técnicas efectivas de fijación interna pueden lograr una movilización más precoz y mejorar las tasas y tiempos de consolidación de la artrodesis de cuatro esquinas.<sup>1</sup>

## Conclusiones

Se observó una importante tendencia hacia la mejoría funcional en la mayoría de los pacientes del estudio, tomando en cuenta la limitación previa a la cirugía. Se presentó tendencia hacia la mejoría significativa del dolor en la mayoría de los pacientes, al comparar el dolor preoperatorio con el dolor posoperatorio. Se detectó que la principal causa del padecimiento de muñeca SNAC es la pseudoartrosis de fractura de escafoide, el cual es un padecimiento que se presenta de manera más frecuente en pacientes jóvenes y económicamente activos.

En el apartado de complicaciones postoperatorias, se observó una tendencia baja en la tasa de complicaciones en los pacientes sometidos al tratamiento quirúrgico descrito, las cuales fueron resueltas. Asimismo, se observó que transcurren en promedio 6 meses desde el momento de la lesión al diagnóstico en consulta externa, siendo diagnosticados los pacientes en estadios avanzados de la patología. Los pacientes tardan 85 días, en promedio, en reintegrarse a laborar después de ser sometidos al tratamiento quirúrgico, tiempo relativamente corto, lo cual representa menor cantidad de días de incapacidad, lo que resulta funda-

mental para la economía familiar del paciente. En este sentido, la presente investigación resulta trascendental en el campo de la cirugía de mano para México en lo particular, y para Latinoamérica en lo general, por lo que habrá de ser referente en el futuro.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

## Referencias

- Lyons R, Arnold-Peter A, Weiss C. Scaphoid excision and four corner fusion in the SLAC/SNAC wrist. *Operative techniques in orthopaedics*. 2003;13: 34-41.
- Shah C, Stern P. Scapholunate advanced collapse SLAC and scaphoid nonunion advanced collapse SNAC wrist arthritis. *Current rev musculoskelet med*. 2013;6:9-17.
- Dacho A, Baumeister S, Germann G, Sauerbier M. Comparison of proximal row carpectomy and mid-carpal arthrodesis for the treatment of scaphoid nonunion advanced collapse SNAC wrist and scapholunate advanced collapse SLAC wrist in stage II. *Journal of plastic, reconstructive and aesthetic surgery*. 2008;61:1210-1218.
- Moon E, Dy C, Derman P, Vance M, Carlson M. Management of nonunion following surgical management of scaphoid fractures: current concepts. *J am academy of orthopaedic surgeons*. 2013;21:548-557.
- Trumble T, Salas P, Barthel T, Robert K. Management of scaphoid nonunions. *J am academy of orthopaedic surgeons*. 2003;11:380-391.
- Richou J, Chuinard C, Moineau G, Hanouz N, Hu W, Le nen D. Proximal row carpectomy: long-term results. *Chirurgie de la main*. 2010;29:10-15.
- Wall L, Stern P. Proximal row carpectomy. *Hand clin*. 2013;29:69-78.
- Strauch R. Scapholunate advanced collapse and scaphoid nonunion advanced collapse arthritis update evaluation and treatment. *J hand surgery*. 2011;36:729-735.
- Enna M, Hoepfner P, Arnold-Peter C, Weiss C. Scaphoid excision with four-corner fusion. *Hand clin*. 2005;21:531-538.
- Schindle M, Burton K, Weiland J, Domb B, Wolfe S. Complications of circular plate fixation for four corner arthrodesis. *Journal of hand surgery*. 2007;32: 50-53.
- Kiefhaber T. management of scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis of the wrist. *Journal of hand surgery*. 2009;34:45-49.
- Pauchard N, Leconet-Strugarek C, Segret J, De Gasperi M, Dap G. Dorsal locking plates versus staples in four corner fusion: a comparative clinical and radiological study. *Orthopaedics and traumatology: surgery and research*. 2014;100:593-597.
- Kitzinger HB, Karle B, Prommersberger KJ, van Schoonhoven J, Frey M; Four corner arthrodesis - Does the source of graft affect bony union rate? Iliac crest versus distal radius bone graft. *Journal of plastic, reconstructive and aesthetic surgery*. 2012;65 (3):379-383.
- Greenberg A, Shreve M, Bazylewicz D, Goldstein R, Sapienza A. Early motion following 4 corner arthrodesis using cannulated compression screws: a biomechanical study. *The journal of hand surgery*. 2013; 38(11):2180-2187.
- Miller R, Streubel P. Scapholunate advanced collapse: four corner fusion and proximal row carpectomy. *Operative techniques in sports medicine*. 2016.
- Singh H, Brinkhorst M, Dias J, Moojen T, Hovius S, Bhowal B. Dynamic assesment of wrist after proximal row carpectomy and four corner fusion. *The journal of hand surgery*. 2014;39(12):2424-2433.
- Singh H, Dias J, Phadnis J, Bain G. Comparison of the clinical and functional outcomes following 3 and 4 corner fusions. *The journal of hand surgery*. 2015; 40(6):1117-1123.
- Laulan J, Marteu E, Bacle G. Wrist osteoarthritis. *Orthopaedics and traumatology: Surgery and research*. 2015;101(1):s1-s9.
- Delattre O, Goulon G, Vogels J, Wavreille G, Lasnier A. Three corner arthrodesis with scaphoid and triquetrum excision for wrist arthritis. *The journal of hand surgery*. 2015;40(11):2176-2182.
- Laulan J, Bacle G, de Bodman C, Najihi N, Richou J, Simon E, Saint-Cast Y, Obert L, Saraux A, Bellemere P, Dreano T, Le Bourg M, Le Nen D. The arthritic wrist. The degenerative wrist: indications for different surgical treatments. *Orthopaedics and traumatology: Surgery and research*. 2011;97(4):s37-s41.