



Artrodesis Total de la Muñeca con Placa Dorsal Bloqueada de Bajo Perfil y Ángulo Variable: Tasa de Consolidación y Complicaciones de 85 casos Consecutivos

Total Wrist Arthrodesis Using a Low-Profile, Variable-Angled Locked Dorsal Plate: Consolidation Rate and Complications of 85 Consecutive Cases

Eduardo Farias Vasquez^{1,2} Pedro Henrique Martinez Grosse Siestrup¹
Giovanni Vilardo Cerqueira Guedes^{1,2} Rafael Sousa Lima Barbosa¹ Anderson Vieira Monteiro¹
Arnaldo Couto^{1,3}

¹ Departamento de Cirugía de la Mano, Instituto Nacional de Traumatología e Ortopedia Jamil Haddad (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brazil

² Departamento de Ortopedia, Hospital São Vicente de Paulo, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

³ Departamento de Farmacia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brasil

Address for correspondence Giovanni Vilardo Cerqueira Guedes, MD, Departamento de Cirugía de la Mano, Instituto Nacional de Traumatología e Ortopedia Jamil Haddad (INTO), Avenida Brasil, 500, Caju, Rio de Janeiro, RJ, 20940-070, Brasil (e-mail: vcggiovanni@gmail.com).

Rev Iberam Cir Mano 2023;51(1):e41–e47.

Resumen

Introducción La artrodesis de muñeca ha evolucionado con el tiempo con el uso creciente de un implante más rígido y un aumento resultante en las tasas de consolidación. Sin embargo, complicaciones como la irritación de los tendones extensores han llevado al desarrollo e introducción de implantes mejorados de bajo perfil en los últimos años. Este estudio tuvo como objetivo examinar los factores que influyen en la curación de la artrodesis total de la muñeca y la frecuencia de complicaciones utilizando una placa de bajo perfil del mismo fabricante.

Materiales y métodos Se trata de un estudio retrospectivo que analiza las historias clínicas y radiografías de pacientes sometidos a artrodesis de muñeca utilizando una placa de fusión de muñeca Aptus® 2.5 Trilock larga o corta (Medartis AG, Basilea, Suiza) entre 2015 y 2021 en el mismo hospital. Se analizaron variables epidemiológicas y clínicas. La prueba de Chi-cuadrado o Prueba exacta de Fischer se utilizó para comparar las proporciones y los resultados, con un valor $p \leq 0,05$ que se considera estadísticamente significativo.

Resultados De las 85 artrodesis de muñeca realizadas, se observó una consolidación del 100% en un promedio de 4,6 meses después de la cirugía. La mayoría de los pacientes eran no fumadores (80%), hombres (69,4%), con una edad media de 50,7 años. La tasa de complicaciones fue del 10,5%, todas las cuales se resolvieron después

Palabras clave

- ▶ artrodesis de muñeca
- ▶ fusión de muñeca
- ▶ placa
- ▶ tasa de consolidación
- ▶ complicaciones

recibido

09 de enero de 2023

accepted after revision

04 de mayo de 2023

DOI <https://doi.org/>

10.1055/s-0043-1769604.

ISSN 1698-8396.

© 2023. SECMA Foundation. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

de una intervención adicional, requiriendo solo una extracción del implante. El tiempo medio de consolidación en los fumadores fue de 5,8 meses y en los no fumadores de 4,2 meses ($p = 0,03$). El tiempo medio de consolidación después de los procedimientos de placa larga fue sutilmente más corto que con el uso de placa corta, pero no tuvo significación estadística.

Conclusión Las artrodesis de la muñeca en el presente estudio tuvieron una tasa de consolidación del 100% con una baja tasa de complicaciones y sin diferencias en los resultados en cuanto a la colocación del injerto, la fusión de la articulación carpometacarpiana o los perfiles demográficos de los pacientes. Fumar se asoció con un mayor tiempo de consolidación, pero no condujo a la pseudoartrosis.

Grado de comprobación IV

Abstract

Introduction Wrist arthrodesis has evolved over time with the growing use of a more rigid implant, and a resultant increase in healing rates. However, complications such as irritation of the extensor tendons have led to the development and introduction of improved low-profile implants in recent years. This study aimed to examine the factors that influence the healing of total wrist arthrodesis and the frequency of complications using a low-profile plate from the same manufacturer.

Materials and Methods This is a retrospective study analyzing the medical records and radiographs of patients who underwent wrist arthrodesis using a long or short Aptus® 2.5 Trilock Wrist Fusion Plate (Medartis AG, Basel, Switzerland) between 2015 and 2021 in a single hospital. Epidemiological and clinical variables were analyzed. The Chi-square test or Fischer's Exact Test was used to compare proportions and the results, with a p -value ≤ 0.05 being considered statistically significant.

Results Of the 85 wrist arthrodesis performed, 100% consolidation was observed in an average of 4.6 months after surgery. Most patients were non-smokers (80%) men (69.4%) with a mean age of 50.7 years. The complication rate was 10,5%, all of which were resolved after a further intervention, requiring only one implant removal. The mean time of consolidation in smokers was 5.8 months and in non-smokers 4.2 months ($p = 0.03$). The mean time of consolidation following the long plate procedures was slightly shorter than with the use of the short plate but was without statistical significance.

Conclusion The wrist arthrodesis in the present study had a consolidation rate of 100% with a low rate of complications and without differences in results regarding graft placement, carpometacarpal joint fusión, or the demographic profiles of the patients. Smoking was associated with increased consolidation time but did not lead to nonunion.

Level of evidence IV

Keywords

- ▶ wrist arthrodesis
- ▶ wrist fusion
- ▶ plate
- ▶ consolidation rate
- ▶ complications

Introducción

La artrodesis total de muñeca con placa dorsal es una alternativa segura y práctica para pacientes con diversas patologías que cursan con artrosis de muñeca.¹ Sin embargo, su indicación no se limita a esta situación, pudiendo estar indicada también, por ejemplo, para aumentar la fuerza de flexión de los dedos en un paciente con lesión del plexo braquial sometido a cirugía de transferencia motora funcional libre.² La artrodesis total de muñeca se considera a menudo como la última opción terapéutica para la artrosis

dolorosa degenerativa o postraumática de la muñeca³ porque, aunque puede aliviar el dolor, elimina los movimientos de flexión-extensión y la desviación cúbito-radial de la muñeca.⁴

La fijación con placas dorsales en la artrodesis total de muñeca da como resultado altas tasas de curación (96 a 98 %) en comparación con técnicas más antiguas como el injerto óseo sin implante, la colocación de clavos intramedulares con clavos de Steinmann y la colocación de clavos transarticulares con agujas de Kirschner, que alcanzan tasas de no unión mucho más altas (19%).⁵⁻⁹ Con el tiempo, se desarrollaron implantes

intramedulares bloqueados específicos para reducir la tasa de complicaciones.¹⁰

A lo largo de los años, algunos estudios han demostrado una alta tasa de complicaciones asociadas con el uso de placas dorsales, como fracturas de placas y un alto potencial de irritación de los tejidos blandos, incluida la fricción sintomática, la tenosinovitis y la adherencia del tendón extensor, a pesar de la alta tasa de curación.¹¹⁻¹³ Una revisión sistemática más reciente (2018) encontró una tasa de complicaciones del 6,1% para la artrodesis total de muñeca.¹⁴

En este contexto, se desarrolló una placa bloqueada de bajo perfil y ángulo variable (placa de artrodesis de muñeca TriLock APTUS 2.5, Medartis AG, Basilea, Suiza) para la artrodesis total de muñeca. Tiene bordes redondeados y un "perfil bajo" anatómicamente curvado que minimiza la posibilidad de irritación de los tejidos blandos o fricción de los tendones. Debido a la falta de disponibilidad de implantes en nuestro hospital para la artroplastia (que presenta resultados prometedores y permite mantener un mayor rango de movimiento en la muñeca),^{15,16} la artrodesis con placa de bajo perfil es nuestra principal opción para el tratamiento de la artrosis de muñeca.

Por lo tanto, el presente estudio se realizó con el objetivo de identificar los factores que influyen en la cicatrización de la artrodesis total de muñeca utilizando la placa de fusión de muñeca Aptus® 2.5 Trilock (Medartis AG, Basilea, Suiza) y la frecuencia de complicaciones.

Material y métodos

Todos los participantes de esta investigación fueron estudiados de acuerdo con las Normas de Investigación envolviendo Seres Humanos (Res. CNS 466/12) del Consejo Nacional de Salud después de la aprobación del proyecto por el Comité de Ética e Investigación de la Institución (CAAE: 98775418.9.0000.5273).

Realizamos una revisión de las historias clínicas de los pacientes para recopilar datos en un estudio descriptivo, observacional y retrospectivo. Pacientes sometidos a un procedimiento de artrodesis total de muñeca en el mismo hospital desde abril de 2015 hasta noviembre de 2021 utilizando una placa de fusión de muñeca Aptus® 2.5 Trilock larga o corta (con o sin fusión de la articulación entre el carpo y el tercer metacarpiano) (Medartis AG, Basilea, Suiza) fueron incluidos en el estudio. Los cirujanos de este hospital normalmente eligen la placa larga para huesos más estrechos y pacientes con artritis reumatoide. (→ Figuras 1 y 2).

Se excluyeron del estudio todos los casos con historia clínica incompleta, con seguimiento postoperatorio menor a 1 año, uso de otro tipo de implante o ausencia de registros de imagen postoperatorios.

Para evaluar la curación y las complicaciones, se utilizó el software *mDicom Viewer* para visualizar las radiografías y tomografías computarizadas de las muñecas. Se obtuvieron radiografías pre y posoperatorias para el seguimiento y la confirmación de la cicatrización y se realizaron más estudios tomográficos cuando no se pudo asegurar la consolidación en las



Fig. 1 Radiografías de artrodesis de muñeca con fusión de la articulación entre el carpo y el tercer metacarpiano (placa larga).



Fig. 2 Radiografías de artrodesis de muñeca sin fusión de la articulación entre carpo y tercer metacarpiano (placa corta).

radiografías. Las artrodesis que demostraron puentes óseos de tres cortezas en radiografías ortogonales o la formación de un solo bloque óseo en imágenes tomográficas se consideraron curadas.

Los datos de edad, sexo, tabaquismo, etiología y tiempo de patología, fecha de cirugía, comorbilidades, uso de injerto óseo, tiempo de cicatrización, complicaciones y necesidad de revisión fueron recolectados mediante un formulario previamente elaborado.

Los resultados se presentaron utilizando medidas descriptivas, como frecuencias absolutas y relativas; y mediante medidas numéricas de resumen, tales como mínimo, máximo, medias y respectivas desviaciones estándar. Para el análisis de los datos se realizó una comparación de variables categóricas mediante la prueba de chi-cuadrado o la Prueba Exacta de Fischer (si corresponde) mediante comparaciones entre proporciones.

Para todos los análisis estadísticos, un valor de $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Todos los análisis

de datos se realizaron con el software estadístico SPSS 23.0 (*Statistical Package for Science - Chicago, IL, EE. UU. 2008*).

Resultados

El presente estudio constó de una muestra de 82 participantes con 85 casos de artrodesis (ya que 3 individuos fueron operados bilateralmente). Las indicaciones quirúrgicas fueron: 30 casos de artrosis por mala consolidación del radio distal, 17 casos de artritis reumatoide, 17 casos de colapso avanzado del escafolunar (SLAC), 12 casos de colapso avanzado del escafoides (SNAC) sin unión, 6 casos de enfermedad de Kienbock, 1 caso de deformidad de Madelung, 1 caso de espasticidad en paciente con parálisis cerebral y 1 secuela de mordedura de serpiente.

Considerando las características generales de la muestra, la mayoría de los participantes eran hombres (69,4%), no fumadores (80%), con una edad media de 50,7 años. El 50,6% de los individuos no presentó comorbilidades; El 49,4% tenía implante de placa corta y el 63,5% de los procedimientos tenía injerto óseo. El tiempo de seguimiento varió de 1 a 7 años, con una media de 4,6 años; y el tiempo medio de cicatrización fue de 4,6 meses, con un rango de 2 a 12 meses (→ **Tabla 1**).

Todos los pacientes presentaron dolor significativo y limitación de movimientos en el preoperatorio. El tiempo

medio desde el inicio de la patología hasta el momento de la cirugía fue de 8,1 años (DE:6,01).

En tres casos, los pacientes tenían dolor en el lado cubital de la muñeca después de la cirugía y se sometieron a una nueva operación mediante el procedimiento de Darrach una media de 10 meses después del primer procedimiento. Hubo un caso de infección del sitio quirúrgico que se resolvió con lavado mecanoquirúrgico y administración de antibiótico intravenoso. Un paciente fue sometido a retiro de la placa 12 meses después del procedimiento por molestias generadas por la placa.

Dos pacientes con artritis reumatoide sufrieron fractura periprotésica 10 meses después del procedimiento, con artrodesis ya consolidada. En uno la solución fue el deslizamiento proximal de la placa (→ **Figuras 3 y 4**) y en el

Tabla 1 Características generales de la muestra (n = 85)

VARIABLES	n (%)
Sexo	
Femenino	26 (30.6)
Masculino	59 (69.4)
Fumador	
No	68 (80.0)
Sí	17 (20.0)
Comorbilidades	
No	43 (50.6)
Sí	42 (49.4)
Tipo de placa	
Corta	42 (49.4)
Longa	43 (50.6)
Injerto óseo	
No	31 (36.5)
Sí	54 (63,5)
	Media Máximo Mínimo
Edad (años)	50.7 (11.3) 23 - 81
Tiempo de curación (meses)	4.6 (2.1) 2 - 12
Tiempo de seguimiento (años)	4.6 (1.6) 1 - 7



Fig. 3 Fractura periimplantaria.



Fig. 4 Radiografías postoperatorias del caso anterior.



Fig. 5 Radiografías después de aflojar los tornillos.

otro se trató de forma conservadora con reducción cerrada e inmovilización y se observó consolidación a los 3 meses en ambos casos. En otro caso se observó el aflojamiento de dos tornillos distales en el metacarpiano al mes del procedimiento, resolviéndose rápidamente con cambio de tornillo y cicatrizando a los 4 meses.

En un paciente (muñeca SNAC) sometido a artrodesis con placa corta, se observó aflojamiento de los tornillos en el carpo a los 2 meses, que se resolvió con reemplazo por placa larga, con cicatrización a los 8 meses (► **Figuras 5 y 6**). La tasa de complicaciones, por tanto, fue del 10,5% (9 casos).

Tras análisis de las correlaciones entre el tiempo medio de consolidación en relación con el género, las comorbilidades, el tabaquismo, la etiología de la artrosis, el tipo de placa y el uso de injertos, sólo la variable tabaquismo mostró diferencia estadísticamente significativa, con un tiempo medio de cicatrización en fumadores de 5,8 meses y en no fumadores de 4,2 meses ($p=0,03$). El resto de variables analizadas no presentaron significación estadística, aunque el tiempo medio de cicatrización en los procedimientos con placa larga fue ligeramente inferior al de las placas cortas (► **Tabla 2**).



Fig. 6 Radiografías postoperatorias del caso anterior.

Discusión

En la década de 1990, los estudios comenzaron a informar tasas de curación cercanas al 100% para la artrodesis de muñeca, la mayoría de los cuales enfatizaron la importancia del injerto óseo autólogo y el uso de métodos estables de fijación interna.¹⁷⁻²⁰ En nuestra muestra también hubo un 100% de cicatrización, pero no hubo diferencia en el tiempo de consolidación ni en la frecuencia de complicaciones asociadas al uso de injertos.

Sin embargo, hubo algunas complicaciones relacionadas con el diseño del implante, como irritación o sinovitis, y en un caso fue necesario retirar el implante.^{21,22} En nuestra muestra, la tasa de complicaciones fue del 10,5% (9 casos), la gran mayoría ajenas al implante (tres por dolor en el ángulo cubital de la muñeca, uno por infección y dos por fractura periimplantaria tras traumatismo), sólo un caso de molestias generadas por la placa y dos casos de aflojamiento de tornillos en el postoperatorio temprano, todos resueltos tras una nueva intervención. Creemos que el uso de placas de bloqueo de bajo perfil contribuyó a estos buenos resultados.

Con respecto a los diferentes tipos de placas utilizadas (con o sin fusión de la articulación carpometacarpiana), estudios recientes presentan tasas comparables en cuanto a curación y complicaciones,²³ dolor, fuerza de prensión y puntuaciones funcionales DASH (discapacidades del brazo, hombro y mano), con un mayor rango de movimiento en el carpometacarpiano (CMC) con el uso de placas cortas, mejorando la cinemática de la mano.²⁴ Además, no encontramos diferencias en las tasas de curación o complicaciones según el tipo de placa utilizada. Hubo un tiempo medio más prolongado no estadísticamente significativo para la cicatrización de las cirugías con placas largas (4,9 meses) en comparación con las cirugías con placas cortas (4,3 meses).

Estudios previos han demostrado el impacto del tabaquismo en la cirugía de la mano, sugiriendo que está asociado con complicaciones relacionadas con la consolidación retardada de la herida quirúrgica después de la osteosíntesis del radio distal,^{25,26} y un aumento en la tasa de pseudoartrosis después de la artrodesis de la mano y la muñeca.²⁷ En nuestra muestra observamos un aumento del tiempo medio de curación en fumadores (5,8 meses) frente a no fumadores (4,2 meses), factor que fue estadísticamente significativo, aunque no varió la tasa de curación.

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones como su carácter retrospectivo, que limita la información a la obtenida del análisis de historias clínicas y radiografías en las consultas de revisión, y la falta de datos clínicos como fuerza de agarre y puntuaciones funcionales como DASH en preoperatorias - y evaluaciones postoperatorias. Sin embargo, es una muestra muy grande y uniforme, porque todos los pacientes recibieron el mismo implante en el mismo hospital en un período de solo 6 años. Además, la muestra estuvo compuesta por pacientes con diversas causas de artrosis de muñeca.

En conclusión, nuestro resultado muestra que la artrodesis de muñeca realizada con la placa de fusión de muñeca Aptus® 2.5 Trilock (Medartis AG, Basilea, Suiza) en nuestro hospital tuvo una tasa de consolidación del 100% con

Tabla 2 Influencia en el tiempo de consolidación

VARIABLES	Tiempo de consolidación (meses) Media	p valor ^a
Sexo		
Femenino (n = 26)	4.5 (1.8)	0.89
Masculino (n = 59)	4.6 (2.2)	
Fumador		
No (n = 68)	4.2 (1.7)	0.03
Sí (n = 17)	5.8 (2.9)	
Comorbilidades		
No (n = 43)	4.6 (2.2)	0.90
Sí (n = 42)	4.5 (2.0)	
Tipo de placa		
Corta (n = 42)	4.9 (2.4)	0.18
Longa (n = 43)	4.3 (1.7)	
Injerto óseo		
No (n = 31)	4.6 (2.4)	0.93
Sí (n = 54)	4.6 (1.9)	
Artritis reumatoide		
No (n = 69)	4.6 (2.2)	0.49
Sí (n = 16)	4.2 (1.4)	

^aPrueba t de Student (comparación entre medias).

una tasa muy baja de complicaciones relacionadas con el implante y sin diferencias relacionadas a la colocación del injerto, la fusión de la articulación carpocarpiana, las comorbilidades o los datos demográficos de los pacientes. Además, es importante tener en cuenta que fumar aumentó el tiempo de curación, pero no condujo a la pseudoartrosis.

Declaración de Aprobación Ética

La aprobación ética para informar este caso se obtuvo del COMITÉ DE ÉTICA del INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD (INTO).

Declaración de consentimiento informado

Se hizo desestimación del consentimiento libre e informado.

Detalles de la contribución

Giovanni Guedes, Pedro Siestrup, Rafael Barbosa escribieron el primer borrador del manuscrito. Todos los autores revisaron y editaron el manuscrito y aprobaron la versión final del manuscrito.

Financiamiento

Los autores no recibieron apoyo financiero para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

Declaración de Conflicto de Intereses

El(los) autor(es) declara(n) no tener ningún conflicto de interés potencial con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

Bibliografía

- de Araujo Silva B, de Souza MV, Carrasco FM, Melo GA, Barreiros LE, Labronici PJ. Is arthrodesis still a good indication for non-inflammatory arthrosis of the wrist? *Rev Bras Ortop* 2015;50(05): 578–585
- Hill JR, Lanier ST, Brogan DM, Dy CJ. Management of Adult Brachial Plexus Injuries. *J Hand Surg Am* 2021;46(09):778–788
- Kalb KH, Prommersberger KJ. The complete stiffening of the Wrist with the AO wrist arthrodesis plate. *Oper Orthop Traumatol* 2009; 21(4–5):498–509
- Hazewinkel MHJ, Lans J, Lunn KN, Garg R, Eberlin KR, Chen NC. Complications and Factors Associated with Reoperation following Total Wrist Fusion. *J Wrist Surg* 2020;9(06):498–508
- Wysocki RW, Cohen MS. Complications of limited and total wrist arthrodesis. *Hand Clin* 2010;26(02):221–228
- De Smet L, Truyen J. Arthrodesis of the wrist for osteoarthritis: outcome with a minimum follow-up of 4 years. *J Hand Surg [Br]* 2003;28(06):575–577
- Hastings H II, Weiss AP, Quenzer D, Wiedeman GP, Hanington KR, Strickland JW. Arthrodesis of the wrist for post-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(06):897–902
- Mannerfelt L, Malmsten M. Arthrodesis of the wrist in rheumatoid arthritis. A technique without external fixation. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1971;5(02):124–130
- Campbell CJ, Keokarn T. Total and subtotal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1964;46:1520–1533
- Orbay JL, Feliciano E, Orbay C. Locked intramedullary total wrist arthrodesis. *J Wrist Surg* 2012;1(02):179–184
- Zachary SV, Stern PJ. Complications following AO/ASIF wrist arthrodesis. *J Hand Surg Am* 1995;20(02):339–344
- Wei DH, Feldon P. Total Wrist Arthrodesis: Indications and Clinical Outcomes. *J Am Acad Orthop Surg* 2017;25(01):3–11
- Taii T, Matsumoto T, Tanaka S, Nakamura I, Ito K, Fuji T. Wrist Arthrodesis in Rheumatoid Arthritis Using an LCP Metaphyseal

- Locking Plate versus an AO Wrist Fusion Plate. *Int J Rheumatol* 2018;2018:4719634
- 14 Berber O, Garagnani L, Gidwani S. Systematic Review of Total Wrist Arthroplasty and Arthrodesis in Wrist Arthritis. *J Wrist Surg* 2018;7(05):424–440
 - 15 Holzbauer M, Mihalic JA, Pollak M, Froschauer SM. Total Wrist Arthroplasty for Posttraumatic Wrist Osteoarthritis: A Cohort Study Comparing Three Indications. *Life (Basel)* 2022;12(05):617
 - 16 Reigstad O, Holm-Glad T, Bolstad B, Grimsgaard C, Thorkildsen R, Røkkum M. Five- to 10-Year Prospective Follow-Up of Wrist Arthroplasty in 56 Nonrheumatoid Patients. *J Hand Surg Am* 2017;42(10):788–796. Doi: 10.1016/j.jhsa.2017.06.097
 - 17 Field J, Herbert TJ, Prosser R. Total wrist fusion. A functional assessment. *J Hand Surg [Br]* 1996;21(04):429–433
 - 18 Moneim MS, Pribyl CR, Garst JR. Wrist arthrodesis. Technique and functional evaluation. *Clin Orthop Relat Res* 1997;341(341):23–29
 - 19 O'Bierne J, Boyer MI, Axelrod TS. Wrist arthrodesis using a dynamic compression plate. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(05):700–704
 - 20 Weiss A-PC, Hastings H II. Wrist arthrodesis for traumatic conditions: a study of plate and local bone graft application. *J Hand Surg Am* 1995;20(01):50–56
 - 21 Sagerman SD, Palmer AK. Wrist arthrodesis using a dynamic compression plate. *J Hand Surg [Br]* 1996;21(04):437–441
 - 22 Houshian S, Schröder HA. Wrist arthrodesis with the AO titanium wrist fusion plate: a consecutive series of 42 cases. *J Hand Surg [Br]* 2001;26(04):355–359
 - 23 Rancy SK, Ek ET, Paul S, Hotchkiss RN, Wolfe SW. Nonspanning Total Wrist Arthrodesis with a Low-Profile Locking Plate. *J Wrist Surg* 2018;7(02):127–132. Doi: 10.1055/s-0037-1606257
 - 24 Hernekamp JF, Schönle P, Kremer T, Kneser U, Bickert B. Low-profile locking-plate vs. the conventional AO system: early comparative results in wrist arthrodesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140(03):433–439. Doi: 10.1007/s00402-019-03314-4
 - 25 Cho BH, Aziz KT, Giladi AM. The Impact of Smoking on Early Postoperative Complications in Hand Surgery. *J Hand Surg Am* 2021;46(04):336.e1–336.e11. Doi: 10.1016/j.jhsa.2020.07.014
 - 26 Hall MJ, Ostergaard PJ, Dowlatshahi AS, Harper CM, Earp BE, Rozental TD. The Impact of Obesity and Smoking on Outcomes After Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Am* 2019;44(12):1037–1049. Doi: 10.1016/j.jhsa.2019.08.017
 - 27 Foster BK, Barreto Rocha DF, Hayes DS, Ozdag Y, Udoeyo IF, Grandizio LC. The Impact of Smoking on Delayed Osseous Union After Arthrodesis Procedures in the Hand and Wrist. *J Hand Surg Am* 2023;48(02):158–164. Doi: 10.1016/j.jhsa.2022.05.016