

Fractura de clavícula: técnica MIPO de fijación por la cara superior

Facundo Fazzone, Rafael Garay, Santiago Focaraccio, Carlos E. Martínez, Ítalo A. A. Tornatore Garrido

Equipo de Miembro Superior, Instituto Dupuytren de Traumatología y Ortopedia, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: A partir de los estudios clásicos propuestos por Neer, se ha establecido que los resultados de la cirugía abierta son superiores a los del tratamiento conservador en las fracturas desplazadas de clavícula. Sin embargo, la técnica abierta no está exenta de complicaciones (lesión nerviosa sensitiva, desperiostizaciones, cicatriz dolorosa). La aplicación de la técnica MIPO permitiría disminuir estos riesgos. **Objetivos:** Comunicar nuestra experiencia en fracturas cerradas, desplazadas y mediodiafisarias de clavícula; describir la técnica quirúrgica focalizando en el abordaje y mostrar los resultados funcionales. **Materiales y Métodos:** Serie retrospectiva de 32 pacientes (28 hombres [87,5%] y 4 mujeres [12,5%] con fracturas del tercio medio de la clavícula, cerradas, con trazos simples y conminutos, operados entre enero de 2021 y marzo de 2023. La edad promedio era de 32 años y el seguimiento promedio fue de 19 meses (rango 14-25). Se realizaron controles radiográficos y se evaluó la función mediante la escala de Constant-Murley modificada, la escala ASES y la escala analógica visual para dolor. **Resultados:** El tiempo hasta la cirugía fue de 3 días, se constató la consolidación radiológica en una media de 15.6 semanas. El puntaje promedio de Constant-Murley modificado fue de 88,34; el puntaje ASES, de 83,8 y el de la escala analógica visual, de 0,5. No se reportaron hipoestesias subclaviculares ni dolor en la cicatriz. **Conclusiones:** Se logró la consolidación y la movilidad completa, evitando morbilidades y complicaciones asociadas. La MIPO, a partir de parámetros técnicos simples y reproducibles, es una opción segura.

Palabras clave: Fractura de clavícula; MIPO; lesión nerviosa.

Nivel de Evidencia: IV

Clavicle Fracture: MIPO Superior Fixation Technique

ABSTRACT

Introduction: Since Neer's foundational work, the superiority of surgical treatment over conservative management for displaced clavicle fractures has been established. However, open techniques carry risks such as sensory nerve injury, stretching, and painful scarring. The MIPO (minimally invasive plate osteosynthesis) technique may mitigate these complications. This retrospective series evaluates our experience with closed, displaced, midshaft clavicle fractures, describes the surgical technique with emphasis on the approach, and presents functional outcomes. **Material and Methods:** We retrospectively analyzed 32 patients (28 men [87.5%] and 4 women [12.5%]) with closed, simple, or comminuted fractures of the middle third of the clavicle treated surgically between January 2021 and March 2023. The average follow-up was 19 months (range 14–25), and the mean patient age was 32 years. Exclusion criteria included patients under 16 years old, associated injuries, and significant comorbidities. Functional outcomes were assessed using the ASES and the visual analog scale (VAS) for pain. **Results:** Surgery was performed within 3 days of injury, and radiological consolidation occurred at an average of 15.6 weeks. The mean modified Constant-Murley score was 88.34, the mean ASES score was 83.8, and the mean VAS pain score was 0.5. No cases of subclavicular hypesthesia or painful scarring were reported. **Conclusion:** This technique achieved fracture consolidation and full range of motion while minimizing complications. The MIPO approach, with its simple and reproducible parameters, can be considered a safe option.

Keywords: Fracture; clavicle; MIPO; nerve injury.

Level of Evidence: IV

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de clavícula se clasifican en: de tercios medial, medio y lateral. Las del tercio medio representan el 80% de todas las fracturas de este hueso.¹ El tratamiento quirúrgico en trazos en el tercio medio ha logrado mejores resultados en cuando al tiempo de consolidación y los riesgos de pseudoartrosis.^{2,3}

Recibido el 28-4-2024. Aceptado luego de la evaluación el 22-8-2024 • Dr. FACUNDO FAZZONE • facundofazzone@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0005-1336-0392>

Cómo citar este artículo: Fazzone F, Garay R, Focaraccio S, Martínez CE, Tornatore Garrido IAA. Fractura de clavícula: técnica MIPO de fijación por la cara superior. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2024;89(6):562-572. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2024.89.6.1946>

El tratamiento abierto con placa y tornillos de las fracturas de clavícula no está exento de complicaciones, como la pseudoartrosis en zonas con grandes desperiostizaciones, infecciones de la herida, intolerancia al implante, pérdida de la sensibilidad en el territorio infraclavicular, molestias cosméticas y cicatrices dolorosas.^{4,5}

Otras técnicas, como el enclavado endomedular, generan una menor agresión quirúrgica, pero no descartan riesgos de rotación de fragmentos, así como grandes dificultades en caso de reintervenciones en el momento de retirar el material quirúrgico. La osteodesis con clavijas sola se asocia a fijaciones insuficientes, así como a migraciones de implantes.^{6,7}

El uso de la técnica MIPO (*minimally invasive plate osteosynthesis*) ha logrado buenos resultados en las fracturas diafisarias de los miembros superiores e inferiores.^{8,9} Permite lograr una estabilidad relativa, conservar el aporte biológico del hematoma de la fractura al no invadirlo, evitando, a su vez, grandes abordajes con gran compromiso de partes blandas.⁵⁻⁹

Sin embargo, la clavícula plantea dificultades técnicas en el momento de la reducción y de la colocación del implante, y riesgos vasculonerviosos.¹⁰

Los objetivos de esta presentación son mostrar nuestra experiencia en fracturas cerradas, desplazadas y medio-diafisarias de clavícula, describir la técnica quirúrgica focalizando en el abordaje, para evitar lesiones nerviosas sensitivas y mejorar los tiempos quirúrgicos, e informar los resultados funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Serie retrospectiva de 32 pacientes (28 hombres [87,5%] y 4 mujeres [12,5%]) con fracturas del tercio medio de la clavícula, cerradas, trazos simples y conminutos, operados entre enero de 2021 y marzo de 2023. El seguimiento promedio fue de 19 meses (rango 14-25). Los pacientes tenían entre de 18 y 72 años (promedio 32), 21 clavículas eran derechas y 11, izquierdas.

En todos los pacientes, se usaron placas bloqueadas anatómicas de clavícula.

Se realizaron controles radiográficos y se evaluó la función mediante la escala de Constant-Murley modificada, la escala ASES (*American Shoulder and Elbow Surgeons*) y la escala analógica visual para dolor.

Los criterios de inclusión fueron: fracturas agudas, con un máximo de 72 h, fracturas en el tercio medio, cerradas, desplazadas de más de 2 cm de acortamiento o cabalgamiento, sin contacto de fragmentos, trazos simples o conminutos; edad >16 años.

Los criterios de exclusión fueron: lesiones vasculonerviosas asociadas, fracturas expuestas, fracturas asociadas, fracturas de clavícula fuera del tercio medio; comorbilidades (diabetes, tabaquismo, alcoholismo, etc.), edad <16 años.

El control radiológico se realizó a la primera y cuarta semana, y luego, cada dos semanas hasta constatar un callo completo.

Técnica quirúrgica

Se ubica al paciente en posición de silla de playa sobre una mesa radiolúcida. Se coloca un realce interescapular para simplificar la reducción del trazo de fractura (Figuras 1 y 2), el miembro superior afectado se deja libre para poder manipular durante la intervención. El arco en C se coloca en la cabecera para permitir la libre movilidad al cirujano. Antes de la cirugía, se dibujan, con guía radiológica, el trazo de fractura, los límites de la clavícula, se marca la incisión utilizando un implante de guía igual al que se colocará.

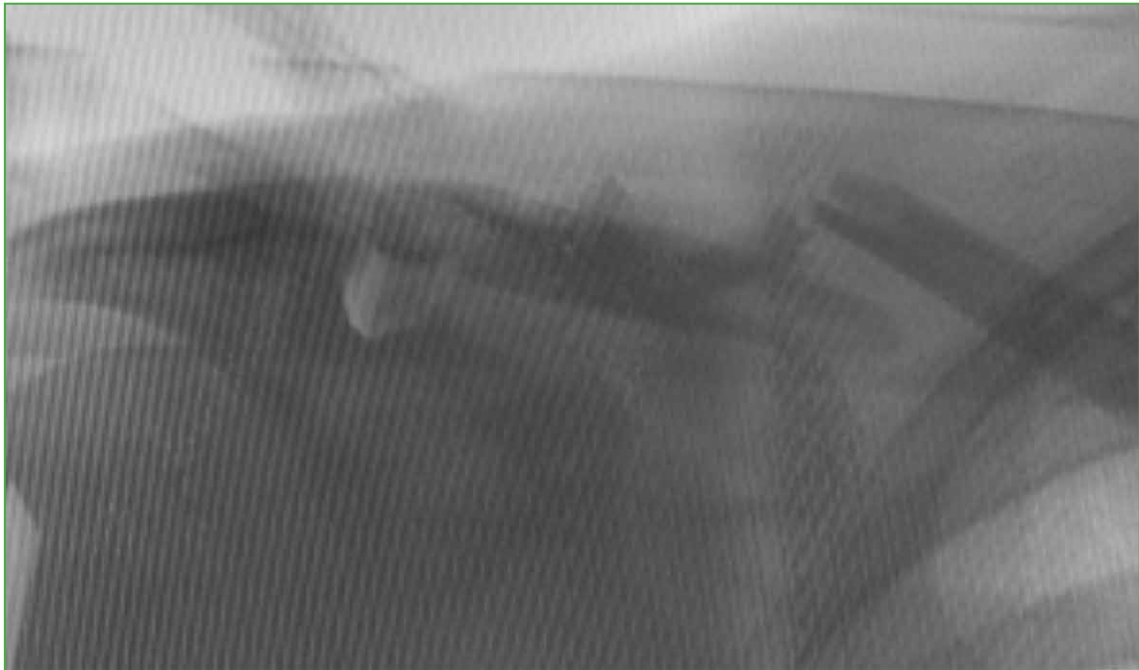


Figura 1. Intensificador de imágenes, proyección de frente. Fractura del tercio medio segmentaria desplazada.



Figura 2. Radiografía oblicua de clavícula, preoperatoria.

Para proteger las ramas sensitivas del nervio supraclavicular, se toma como reparo el espacio entre dos puntos. Un punto a 2,5-4 cm de la articulación acromioclavicular a medial, y un segundo punto a 4-6 cm de la articulación esternoclavicular. Entre estos dos puntos se genera un margen de 9 cm donde es posible encontrar tres ramas terminales, del tronco medial, del nervio supraclavicular (Figura 3). El tronco lateral dará inervación sensitiva lateral al hombro por encima del circunflejo y se encuentra fuera del área quirúrgica.¹¹

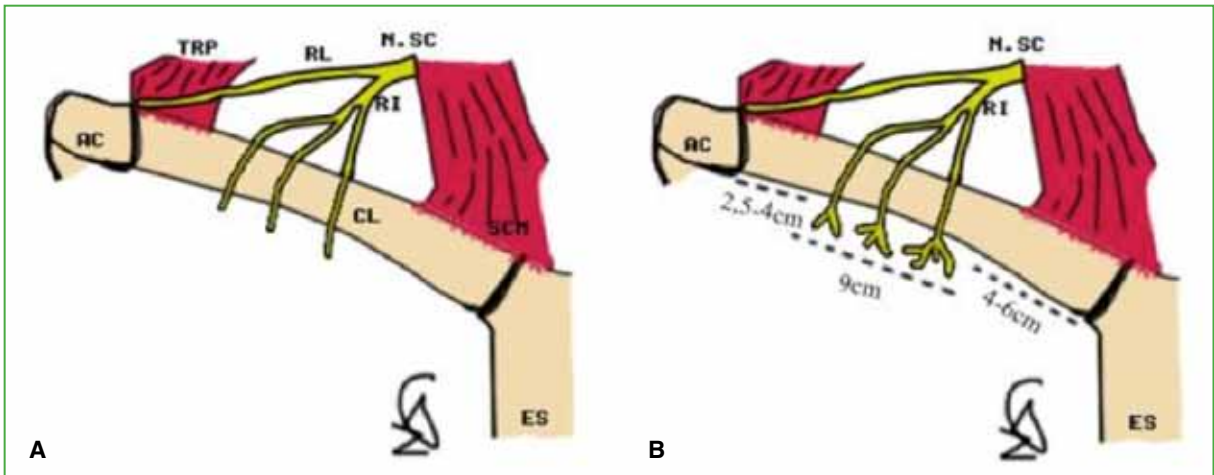


Figura 3. Representación de la inervación de las ramas sensitivas supraclaviculares.

Se realizan abordajes sobre la cara superior de la clavícula, de 1 cm a lateral y a medial, se incide la piel (Figura 4) y se aborda el platismo. Se legra como subcutáneo entre el plano del periostio y por debajo del platismo para evitar lesionar las ramas sensitivas. Si no se ha conseguido una correcta reducción del trazo al situar al paciente en silla de playa y con realce interescapular, se pueden realizar maniobras indirectas, como movilizar el hombro (hacia arriba y atrás), o también una compresión digital sobre el foco de fractura; si no se consigue la reducción, se puede recurrir a maniobras directas sobre el foco, colocando agujas de Kirschner (Figura 5) sobre ambos fragmentos y reduciendo el trazo.



Figura 4. Abordajes demarcados radiológicamente.

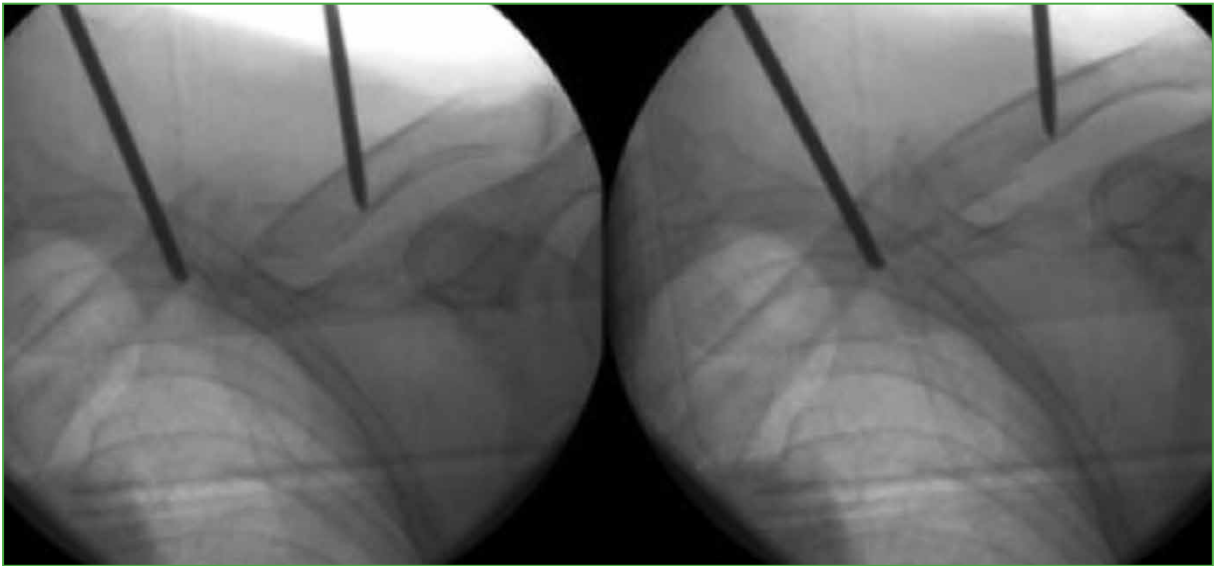


Figura 5. Reducción de la fractura mediante el uso de clavijas tipo *joystick*.

Cabe destacar la importancia de efectuar esta intervención lo antes posible después del evento traumático, a fin de evitar la formación de callo blando que dificulte la movilización del foco y la reducción satisfactoria de la fractura.

Una vez reducida la fractura y controlada con arco en C, se desliza el implante (Figura 6) por la cara superior de la clavícula, se fija con tornillos tanto a lateral como a medial, en primer lugar, uno por lado, esto permitirá controlar la longitud de la clavícula, solo restará mantener el contacto entre fragmentos principales durante la colocación del resto de los tornillos. Se recomienda usar tornillos bicorticales y bloqueados, si es posible, teniendo especial cuidado a medial con el paso de la mecha y la longitud de los tornillos por la cercanía de elementos vasculonerviosos. Como opción a los tornillos bloqueados y a fin de evitar la separación excesiva del implante al hueso con las consiguientes molestias que le provoca al paciente la protrusión del implante, se pueden colocar inicialmente tornillos de cortical, uno por cada lado del implante y completar la fijación con tornillos bloqueados. Como última opción, ante una reducción difícil, se puede realizar la reducción con clavijas tipo *joystick* para dar longitud (Figura 5), estas deben medir, al menos, 2,5 mm de diámetro para tolerar la fuerza a la que se someterán. Por último, completar la reducción por interferencia de placa (Figura 7) llevando los fragmentos desplazados hacia el implante por medio de tornillos de cortical, luego se completa la fijación con tornillos bloqueados.

Una vez fijado el implante, se cierra el platismo, el tejido celular, la piel para conseguir la mejor cobertura posible del implante.



Figura 6. Pasaje romo del implante por debajo del platisma.



Figura 7. Aproximación del implante al hueso con tornillo de cortical.

Durante la intervención, se debe controlar con arco en C (Figura 8) para corroborar la reducción y la ubicación del implante y el largo de los tornillos. Es muy útil colocarlo en la cabecera para no estorbar el libre movimiento del cirujano y su ayudante.

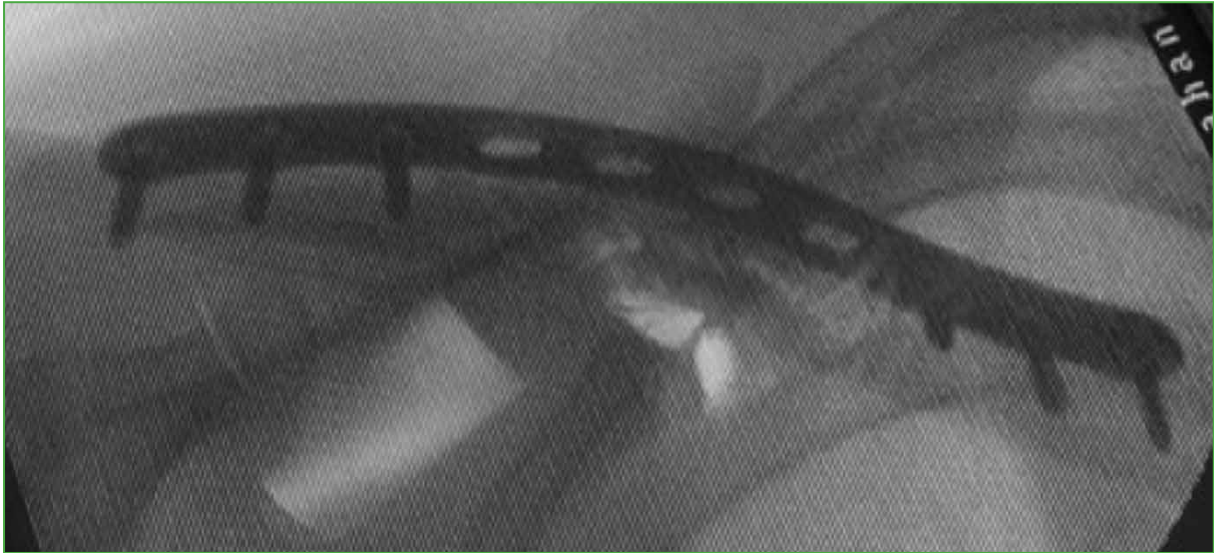


Figura 8. Control radiológico posoperatorio. Placa anatómica en función de puente.

RESULTADOS

El tiempo de cirugía osciló entre 32 y 95 min (promedio 42). Se logró la consolidación en todos los pacientes, en un tiempo variable de 13 a 21 semanas (promedio 15) (Figura 9).

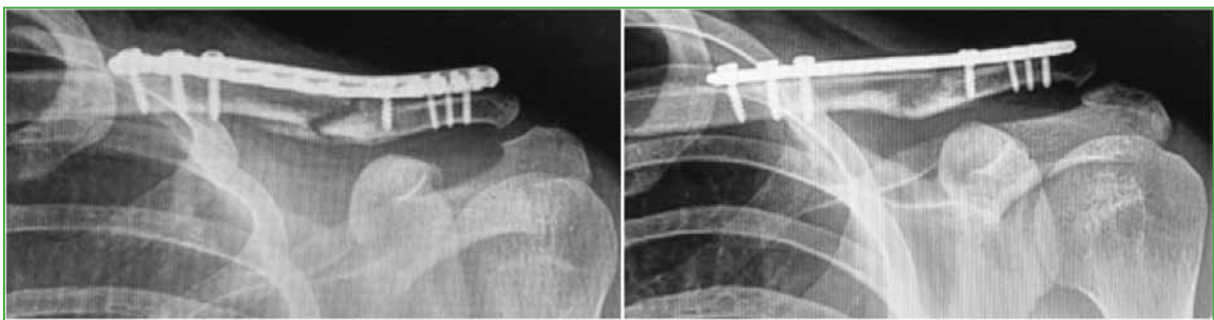


Figura 9. Control radiológico posoperatorio. Placa anatómica en función de puente.

El rango de movilidad se midió con un goniómetro. Todos recuperaron el rango de movilidad equiparable al del lado no operado. Los valores promedio obtenidos fueron: flexión 178°, extensión 35° y abducción 85° (Figura 10).

No fue necesario retirar ningún implante. No hubo casos de infección de la herida, lesiones vasculares, ni hipotesias en el territorio infraclavicular (Figura 11).



Figura 10. Movilidad al mes de la cirugía. **A.** Hombro en reposo. **B.** Hombro en abducción máxima.



Figura 11. Evolución alejada de la herida quirúrgica.

Un paciente evolucionó con queloides a medial y lateral, se realizó un corte en losange de la cicatriz y se colocaron cintas tipo Steri-Strip® para disminuir la tensión de la zona quirúrgica, con lo cual la herida se curó.

En la [Tabla](#), se muestran los resultados de la serie. En la escala de Constant-Murley versión en español de la Argentina,¹² el puntaje promedio fue de 88,34 (rango 78-100). El puntaje promedio de la escala ASES fue de 83,8 (rango 76-89).¹³ El puntaje de dolor según la escala analógica visual fue, en promedio, de 0,5 (rango 0-2).

Tabla. Datos de la serie retrospectiva

Paciente	Edad	Sexo	Escala ASES	Puntaje de Constant-Murley	Escala analógica visual para dolor
1	30	Masculino	83	80	1
2	25	Femenino	89	96	0
3	16	Masculino	85	92	0
4	69	Masculino	85	100	0
5	31	Masculino	77	60	3
6	17	Masculino	85	88	1
7	26	Femenino	76	83	2
8	27	Masculino	82	100	0
9	16	Masculino	84	100	0
10	55	Masculino	85	78	1
11	55	Masculino	85	79	1
12	50	Masculino	81	80	2
13	41	Masculino	85	84	1
14	44	Femenino	85	88	1
15	19	Masculino	82	69	2
16	31	Masculino	81	70	1
17	67	Masculino	79	86	2
18	48	Masculino	88	88	1
19	50	Masculino	78	75	2
20	72	Masculino	84	86	1
21	29	Femenino	88	89	0
22	18	Masculino	86	90	0
23	35	Masculino	80	89	1
24	40	Masculino	82	88	1
25	41	Masculino	86	100	0
26	18	Masculino	89	86	0
27	31	Masculino	86	94	0
28	30	Masculino	87	85	0
29	25	Masculino	86	98	0
30	25	Masculino	86	100	0
31	27	Masculino	87	100	0
32	44	Masculino	80	91	2

ASES = American Shoulder and Elbow Surgeons.

DISCUSIÓN

El uso del principio de MIPO hace posible disminuir el daño del aporte biológico de la fractura, otorgando una estabilidad relativa que permita una estabilidad mecánica suficiente para lograr la consolidación ósea. Esta técnica se utiliza en diferentes segmentos óseos, con excelentes resultados,^{8,9,10,14} se pudieron reproducir estos resultados en nuestra serie de pacientes.

La colocación anterior o superior del implante es un tema que genera debate. Kang y cols.,¹⁴ Iannotti y cols.¹⁵ y Celestre y cols.¹⁶ proponen la colocación anterior, por las menores posibilidades de que el implante cause molestias y por la superioridad biomecánica que disminuye los riesgos de rotura del implante y *pull-out*. En esta serie, se fijó con placa superior y se consiguió equiparar resultados, sin roturas. Además, se pudo evitar la lesión del deltoides en su inserción en el tercio lateral, el borde anterior en la clavícula. El procedimiento se simplifica al fijar por la cara superior, porque no es necesario el premoldeado de la placa según la anatomía de cada caso. La colocación de placas por la cara superior, en trazos conminutos, da al implante una función de puente, en trazos transversos de alto estrés bajo carga, la placa por la cara superior funciona como banda de tensión, generando compresión en el foco de fractura. En estos principios biomecánicos, se fundamentan los buenos resultados conseguidos.^{14,17-19}

El largo de los tornillos colocados principalmente a medial se puede asociar con una lesión vascular, por lo cual Sohn y cols. proponen colocar el implante por la cara anterior,¹⁰ estos riesgos pueden surgir por el largo del tornillo o el paso de la mecha. En nuestros pacientes, se optó por usar tornillos bloqueados que pueden ser incluso monocorticales, aprovechando la cortical extra lograda; al bloquear el tornillo a la placa se evita el riesgo de lesión del lado contralateral. En cuanto a la mecha, para evitar el pasaje excesivo, se utilizaron mechas cortas y guías que sirven de tope. La fijación fue suficiente, sin casos de *pull-out* o rotura del implante.

La frecuente asociación de lesión nerviosa subclavicular descrita por múltiples autores,^{11,20} que genera molestias del implante subcutáneo y dolor en la cicatriz se pudo evitar con esta técnica al conocer la localización de las ramas sensitivas y evitarlas durante el abordaje quirúrgico, deslizando cuidadosamente el implante por debajo del platismo.

Seis de nuestros pacientes tenían tatuajes en la región por operar; sin embargo, en ningún caso, impidieron el uso de referencias óseas descritas para la técnica MIPO.

Consideramos que las limitaciones del estudio son el corto seguimiento y la falta de un grupo de control tratado con reducción abierta para las comparaciones pertinentes.

CONCLUSIONES

En este estudio, se obtuvo la consolidación y la movilidad completa, evitando morbilidades y complicaciones asociadas (lesión vasculonerviosa, rotura de implantes, retiro de estos). A partir de parámetros técnicos simples y reproducibles, la MIPO representa una opción quirúrgica segura.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de R. Garay: <https://orcid.org/0009-0003-1090-1670>

ORCID de S. Focaraccio: <https://orcid.org/0000-0001-7199-9841>

ORCID de C. E. Martínez: <https://orcid.org/0000-0002-6031-0532>

ORCID de Í. A. A. Tornatore Garrido: <https://orcid.org/0009-0001-1710-3247>

BIBLIOGRAFÍA

1. Postachhini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11(5):452-6. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.126613>
2. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79(4):537-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.79b4.7529>
3. Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD. Treatment of acute midshaft fractures: systemic review of 2,144 fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19(7):504-7. <https://doi.org/10.1097/01.bot.0000172287.44278.ef>

4. Bostman O, Manninen M, Pihlajamaki H. Complications of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. *J Trauma* 1997;43(5):778-83. <https://doi.org/10.1097/00005373-199711000-00008>
5. Liu PC, Hsieh CH, Chen JC, Lu CC, Chuo CY, Chien SH. Infection after surgical reconstruction of a clavicle fracture using a reconstruction plate: a report of seven cases. *Kaohsiung J Med Sci* 2008;24(1):45-9. [https://doi.org/10.1016/s1607-551x\(08\)70073-1](https://doi.org/10.1016/s1607-551x(08)70073-1)
6. Frigg A, Rillmann P, Perren T, Gerber M, Ryf C. Intramedullary nailing of clavicular midshaft fractures with the titanium elastic nail problems and complications. *Am J Sports Med* 2009;37(2):352-9. <https://doi.org/10.1177/0363546508328103>
7. Smekal V, Irenberger A, Struve P, Wambacher M, Krappinger D, Kralinger FS. Elastic stable intramedullary nailing versus nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures—a randomized, controlled, clinical trial. *J Orthop Trauma* 2009;23(2):106-12. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e318190cf88>
8. Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury* 2005;36(4):530-8. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.05.036>
9. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury* 1997;28(Suppl 1):20-30. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(97\)90112-1](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(97)90112-1)
10. Sohn HS, Shin SJ, Kim BY. Minimally invasive plate osteosynthesis using anterior–inferior plating of clavicular midshaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132:239-44. <https://doi.org/10.1007/s00402-011-1410-6>
11. Havet E, Duparc F, Tobenas-Dujardin AC, Muller JM, Fréger P. Morphometric study of the shoulder and subclavicular innervation by the intermediate and lateral branches of supraclavicular nerves. *Surg Radiol Anat* 2007;29:605-10. <https://doi.org/10.1007/s00276-007-0258-5>
12. Gómez D, Dainotto T, Moya D, Patiño JM. Traducción y adaptación transcultural del Constant-Murley Score al español de la Argentina. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(4):579-92. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.4.1491>
13. Martínez-Cano JP, Llinás PJ, Escobar SS, López R, Caicedo Álvaro, Herrera G. Validación de la versión en español para Colombia de la escala ASES. *Artroscopia* [Internet] 2022;29(1): Disponible en: <https://revistaartroscopia.com.ar/index.php/revista/article/view/221>
14. Kang H, Song JK, Rho JY, Lee J, Choi J, Choi S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for mid-shaft fracture of the tibia (AO/OTA classification 42): A retrospective study. *Ann Med Surg (Lond)* 2020;60:408-12. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.11.033>
15. Iannotti MR, Crosby LA, Stafford P, Grayson G, Goulet R. Effect of plate location and selection on the stability of midshaft clavicle osteotomies: a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11(5):452-67. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.125805>
16. Celestre P, Roberston C, Mahar A, Oka R, Meunier M, Schwartz A. Biomechanical evaluation of clavicle fracture plating technique: does a locking plate provide improved stability? *J Orthop Trauma* 2008;22(4):241-7. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31816c7bac>
17. Basamania CJ, Rockwood CA. Fractures of the clavicle. En: Rockwood CA (ed.) *The shoulder*, 4th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2008, p. 423-8.
18. Bleeker NJ, van Veelen NM, van de Wall BJM, Sierevelt IN, Link BC, Babst R, et al. MIPO vs. intra-medullary nailing for extra-articular distal tibia fractures and the efficacy of intra-operative alignment control: a retrospective cohort of 135 patients. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2022;48(5):3683-91. <https://doi.org/10.1007/s00068-021-01836-4>
19. Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated. *Int Orthop* 2009;33(4):1119-26. <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0603-2>
20. You JM, Wu YS, Wang Y. Comparison of post-operative numbness and patient satisfaction using minimally invasive plate osteosynthesis or open plating for acute displaced clavicular shaft fractures. *Int J Surg* 2018;56:21-5. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2018.06.007>