

Técnica de Livani-Belangero (MIPO) en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero. Experiencia latinoamericana en tres centros hospitalarios

Pablo Enriquez Romo,^{*} Jesús Palacios Fantilli,^{**} Paulo C. Faiad Piluski,[#] Carlos H. Castillo Rodriguez,[#] Osvandré Lech[#]

^{*}Servicio de Ortopedia-Traumatología, Hospital General "Manuel Ygnacio Monteros", Ecuador

^{**}Hospital de Clínicas, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

[#]Servicio de Cirugía de Hombro y Codo, Residencia Médica Hospital São Vicente de Paulo, Instituto de Ortopedia y Traumatología, Passo Fundo, Brasil

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los datos demográficos, como edad, sexo, profesión, lado afectado, lesión única o múltiple, tipo de material utilizado, tiempo de cicatrización ósea y posibles complicaciones de los pacientes con fracturas diafisarias de húmero tratados mediante la técnica MIPO en tres centros hospitalarios de Ecuador, Paraguay y Brasil. **Materiales y Métodos:** Estudio retrospectivo, longitudinal, observacional de los datos de 133 pacientes recolectados en tres Servicios: de Quito (Ecuador), Asunción (Paraguay) y Passo Fundo (Brasil). Se compararon las distribuciones entre diferentes Servicios mediante la prueba χ^2 de Pearson. **Resultados:** La edad de los pacientes varió entre 17 y 76 años, con una media de 36 años. El tiempo promedio hasta la consolidación fue de 11 semanas (126 de 132 pacientes). Predominó el sexo masculino (70,45%), el lado derecho era el más afectado (55,3%), la mayoría de las fracturas eran únicas (85,61%), se logró la consolidación en el 95,45%. Solo el 9,09% tuvo complicaciones y el 6,82% fueron severas. El 87,12% no tuvo complicaciones; el 0,76% sufrió neuropraxia posquirúrgica; el 3,03%, infección y el 4,55%, pseudoartrosis. **Conclusión:** Con la técnica MIPO para el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero, las tasas de complicaciones y de morbilidad son bajas, y la tasa de consolidación es buena.

Palabras clave: Fractura diafisaria de húmero; fijación interna; técnica MIPO.

Nivel de Evidencia: IV

Belangero-Livani Technique (MIPO) in the Treatment of Humeral Shaft Fractures. A Latin American Experience in Three Medical Centers

ABSTRACT

Objective: To determine the demographic data of the patients in relation to age, sex, profession, affected side, single or multiple lesions, type of material used, bone healing time and possible complications of the treatment of diaphyseal fractures of the humerus treated using the MIPO technique in a series of patients from three hospital units in Ecuador, Paraguay, and Brazil. **Materials and Methods:** A retrospective, longitudinal, observational study of data from 133 patients collected in 3 services in Quito, Ecuador; Asunción, Paraguay; and Passo Fundo, Brazil. The distributions between different services were compared using Pearson's chi-square test. **Results:** The age of the patients ranged from 17 to 76 years, with a mean of 36 years. The median time to union which occurred in 126 of the 132 patients, was 11 weeks. Most of the patients were male (70.45%), the right side was the most affected (55.3%), most of the fractures were single (85.61%), consolidation occurred in 95.45% of cases, complications occurred only in 9.09% of patients, 6.82% of them were severe. In relation to complications, they were divided according to the absence (87.12%) or presence of the following: post-surgical neuropraxia (0.76%), infection (3.03%), and pseudarthrosis (4.55%). **Conclusion:** The MIPO technique for the treatment of diaphyseal fractures of the humerus presents low rates of complications and morbidity, demonstrating good rates of consolidation.

Key words: Humeral shaft fracture; internal fixation; MIPO technique.

Level of Evidence: IV

Recibido el 18-1-2022. Aceptado luego de la evaluación el 15-3-2022 • Dr. PABLO ENRIQUEZ ROMO • pablenq@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2327-0025>

Cómo citar este artículo: Enriquez Romo P, Palacios Fantilli J, Faiad Piluski PC, Castillo Rodriguez CH, Lech O. Técnica de Livani-Belangero (MIPO) en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero. Experiencia latinoamericana en tres centros hospitalarios. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(4):476-487. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.4.1498>

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existen varios métodos de tratamiento para las fracturas de la diáfisis humeral, ya sea mediante procedimientos quirúrgicos o no quirúrgicos. Los métodos quirúrgicos convencionales para resolver las fracturas diafisarias de húmero no están exentos de complicaciones durante el procedimiento y después de este.¹ La mayoría de estas complicaciones se relacionan con la técnica y otras, con los riesgos de la exposición quirúrgica.² Por otro lado, existe un interés creciente en publicaciones sobre osteosíntesis con placa mínimamente invasiva (*minimally invasive plate osteosynthesis*, MIPO) en fracturas de húmero, con el fin de reducir las complicaciones y mejorar la tasa de consolidación.^{3,4}

El método de elección para el tratamiento actual de las fracturas de húmero cerradas sigue siendo controvertido. Así, el método no quirúrgico provoca tasas de ausencia de consolidación del 12%.² El uso del método conservador requiere un tiempo prolongado de inmovilización, lo que genera atrofia de los tejidos, y, en algunos casos, deriva en tratamientos prolongados de fisioterapia.

Por otro lado, el tratamiento quirúrgico convencional tiene la aparente ventaja de proporcionar al paciente una movilización precoz, lo que reduce el riesgo de pseudoartrosis y permite un retorno más rápido a las actividades.⁴⁻⁶ Entre las ventajas que nos ofrece este método, se pueden mencionar un mayor grado de funcionalidad de las articulaciones del codo y del hombro. En cuanto a las desventajas, la más problemática es la amplia desperiostización que altera la microcirculación y aumenta el riesgo de pseudoartrosis, asociado también a un riesgo aumentado de lesión iatrogénica del nervio radial.⁷⁻⁹

El objetivo de este estudio es comunicar la experiencia obtenida en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante la técnica MIPO, con un enfoque en determinar los tiempos medios para obtener la consolidación visible radiológicamente y las posibles complicaciones que puedan surgir durante del procedimiento y después de él.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo. Los datos se recolectaron en tres Servicios: uno de Quito, Ecuador; otro de Asunción, Paraguay y el tercero de Passo Fundo, Río Grande del Sur, Brasil.

El muestreo por juicio estuvo a cargo de los autores principales rigiéndose estrictamente por los siguientes criterios de inclusión: pacientes con fractura diafisaria de húmero, tratados mediante la técnica MIPO en los hospitales participantes, fracturas cerradas tipo 12A, 12B o 12C (clasificación AO/OTA) confirmadas por evaluación radiográfica, cuyo tratamiento se había iniciado hasta 20 días después del traumatismo.

Se incluyó a los pacientes esqueléticamente maduros de 18 a 70 años con fractura diafisaria cerrada o expuesta de húmero que fueron sometidos a la técnica MIPO por los investigadores, entre 2016 y 2020, cuyo seguimiento mínimo fue de seis meses, y con registros completos.

Se excluyó a los pacientes con fractura diafisaria con extensión articular, fractura patológica, cirugía previa en el segmento homolateral, fractura cuyo tratamiento se había iniciado tres o más semanas después del traumatismo, fracturas asociadas concomitantes en la extremidad homolateral. También se excluyó a aquellos con trastornos neurológicos o psiquiátricos incapacitantes o que no habían completado un seguimiento de, al menos, seis meses.

Técnica quirúrgica

Paciente en decúbito supino bajo anestesia general asociada a bloqueo del plexo. Profilaxis antibiótica con 1 g de cefazolina por vía intravenosa administrada poco después de la inducción anestésica.

La técnica quirúrgica empleada sigue la descrita por Livani y Belangero.¹⁰ El acceso proximal se realizó a 5 cm entre el borde lateral del músculo bíceps braquial y el tendón del deltoides, exponiendo así la diáfisis humeral proximal. En secuencia, también se efectuó el acceso distal a 5 cm sobre la cara anterior del brazo distal, a 3 cm del pliegue del codo. Después de la incisión cutánea, el bíceps braquial se retrae medialmente, exponiendo el músculo braquial que se separa de manera roma ([Figura 1](#)).¹¹



Figura 1. Secuencia de pasos para medir y colocar la placa en la cara anterior del húmero mediante la técnica MIPO.

Luego de realizar un túnel extraperióstico entre las dos incisiones, con un instrumento de disección romo, la placa se desliza, de manera percutánea, de distal a proximal, y se procede a la reducción con ayuda de la radioscopia.^{10,11}

Se utilizaron placas de compresión dinámica de 4,5 mm estrechas, de 12 a 14 orificios. La placa se colocó en la superficie anterior del húmero (Figura 2).

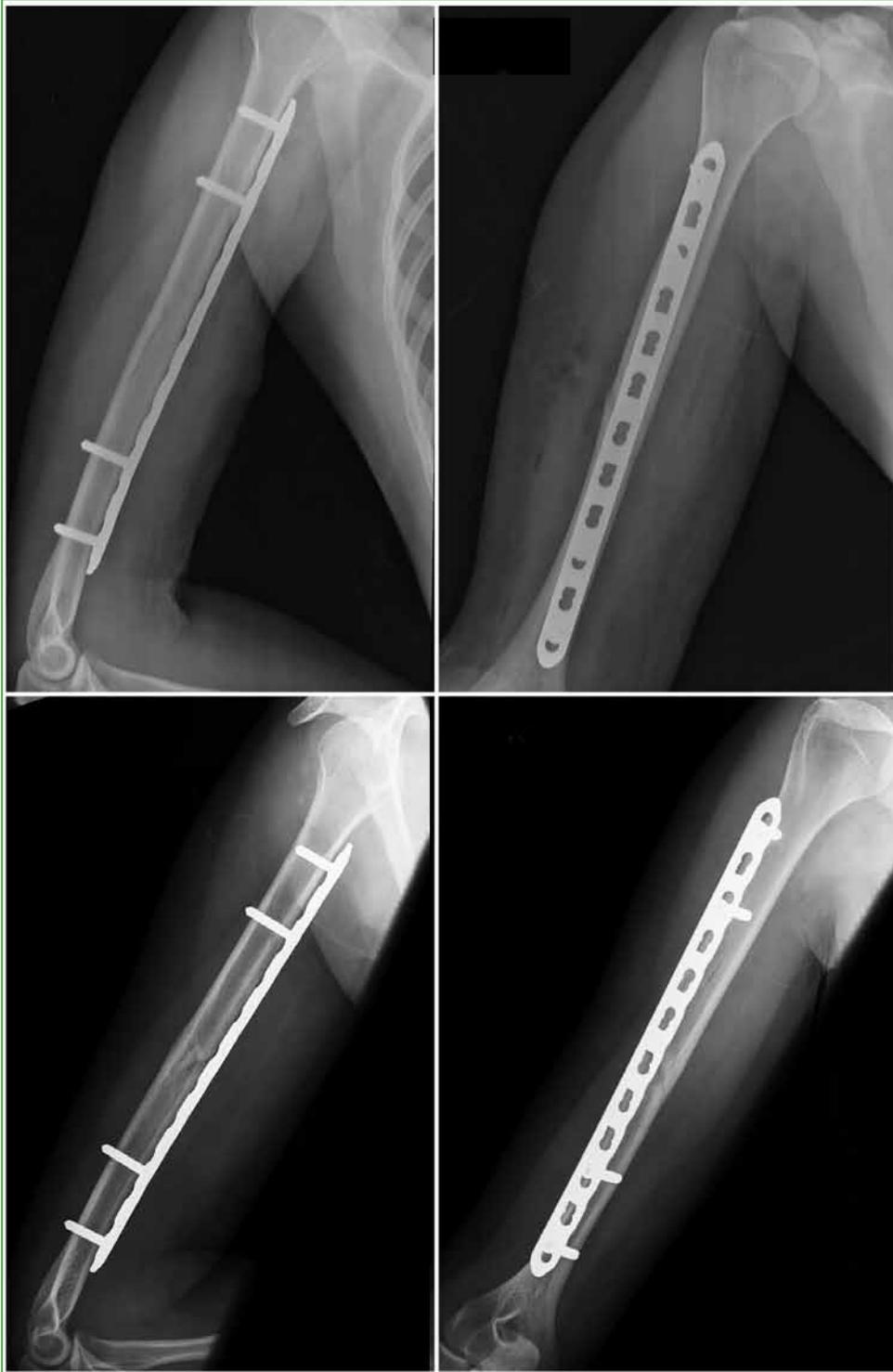


Figura 2. Fijación posquirúrgica con reducción tolerable. En el seguimiento, se aprecia una consolidación completa.

Análisis estadístico

Las variables numéricas se describen con medidas de tendencia central y categóricas con frecuencia absoluta. Se compararon las distribuciones de sexo, dominancia, tipo de fractura, tipo de implante, tasa de éxito (es decir, consolidación sin complicaciones) y complicaciones entre diferentes Servicios utilizando la prueba exacta de Fisher. Se comparó la edad entre los diferentes Servicios mediante el análisis de varianza unidireccional (ANOVA). Los factores potencialmente asociados con el éxito y las complicaciones se evaluaron utilizando dos modelos de regresión logística binaria.

La información fue recolectada en tablas Excel independientes por cada centro hospitalario con las variables elegidas. Esta información fue manejada únicamente por los autores conservando las medidas de cuidado de la confidencialidad de los datos.

Manejo posoperatorio

Se indicó el uso de cabestrillo por dos semanas, y se permitió su retiro tres veces al día para la movilidad pasiva del codo. Al finalizar la segunda semana, se autorizó el retiro del cabestrillo y se indicó movilidad pasiva, con incremento de la movilidad activa a la tercera semana y ganancia progresiva de los arcos de movilidad, se permitió iniciar el trabajo de fortalecimiento a partir de los tres meses. El retorno laboral dependió mucho de la actividad de los pacientes, fue precoz en caso de oficinistas (un mes y medio) o tardío en los trabajadores manuales (2 o 3 meses según si había consolidación). El retorno deportivo se permitió una vez alcanzada la consolidación completa y tras, al menos, tres meses de convalecencia (Figura 3).

La evaluación radiográfica estuvo a cargo del equipo de subespecialización (*Fellowship*) en hombro y codo integrado por tres médicos especialistas. Se consideraron las corticales con formación de callo óseo para determinar la consolidación o la reabsorción de los bordes sin avance consecutivo para la ausencia de consolidación.

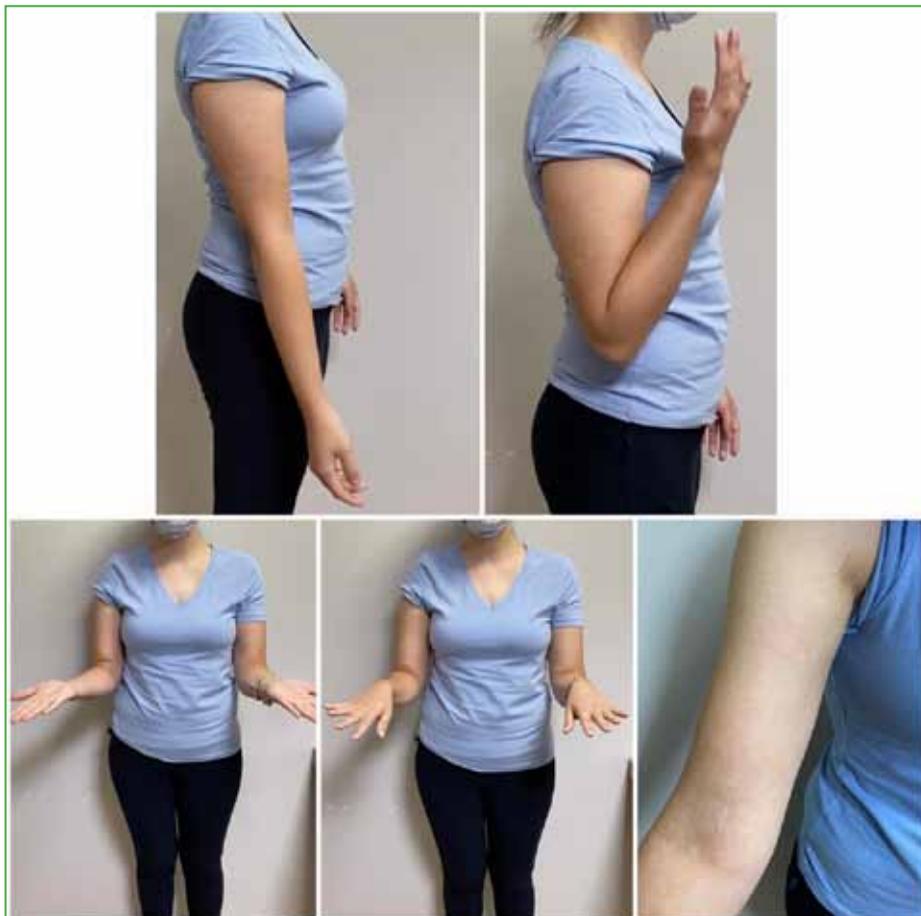


Figura 3. Imágenes clínicas de los resultados funcionales al final del seguimiento.

RESULTADOS

La edad de los pacientes osciló entre 17 y 76 años, con una media de 36 años. El tiempo promedio hasta la consolidación (126 de 132 pacientes) fue de 11 semanas (rango 6-36) (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas de tendencia central y dispersión de las variables numéricas

Variable	Mínimo	Mediana	Media	Máximo	Desviación estándar
Edad (años)	17	35	36.23	76	13.67
Tiempo hasta la consolidación (semanas)	6	11	11.45	36	3.67

La mayoría de los pacientes eran del sexo masculino (70,45%), el lado derecho era el más afectado (55,3%), la mayoría de las fracturas eran únicas (85,61%), la consolidación se produjo en el 95,45% de los casos. Solo el 9,85% sufrió complicaciones y el material más utilizado fue la placa de compresión dinámica (61,36%). La mayoría de los pacientes eran de Paraguay (80,3%) y el éxito, es decir, la consolidación sin complicaciones graves (complicación que requiere un nuevo procedimiento quirúrgico para solucionarlas), se logró en el 91,67% (Tabla 2).

En la Tabla 3, se observa que la mayoría de los que tuvieron algún tipo de complicación eran hombres (66,67%), el porcentaje del lado afectado fue igual (50%) y la mayoría eran fracturas únicas (66,67%). En cuanto al material utilizado, el 50% fueron placas de compresión dinámica; el 41,67%, placas de compresión dinámica con contacto limitado y el 8,33%, placas de compresión de bloqueo. Se definió como complicación leve a aquella que no requirió un nuevo procedimiento y grave, a la que sí requirió un nuevo procedimiento para resolverla.

Se compararon las distribuciones de sexo, dominancia (lateralidad), tipo de fractura, tipo de implante, éxito y complicaciones entre los diferentes Servicios utilizando la prueba exacta de Fisher. Se eligió esta prueba, porque, según Ruiz Giolo,¹² la prueba exacta de Fisher para tablas rxc es más apropiada cuando el tamaño de la muestra no es lo suficientemente grande y puede haber uno o más valores <5 en la tabla de contingencia.

En la prueba exacta de Fisher, si el valor p es menor que un nivel de significancia (0,05) conduce al rechazo de la hipótesis nula H₀: la proporción de la característica "X" es igual en todas las categorías de la variable Y.

En la Tabla 4, se puede observar que existen diferencias significativas en la proporción de tipo de fractura (p 0,016) y tipo de material utilizado (p <0,001) en los diferentes Servicios.

Se comparó la edad de los pacientes entre los diferentes Servicios mediante el análisis de varianza unidireccional (ANOVA). La media de la edad no fue significativamente diferente (p 0,5613).

Los factores potencialmente asociados con el éxito y las complicaciones se evaluaron mediante modelos de regresión logística binaria. Los efectos de ajuste de la regresión logística se verificaron con la ayuda del gráfico medio normal y envolvente simulada de la biblioteca HNP de R.

Tabla 2. Frecuencia absoluta de variables categóricas

Variable	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa - Brasil	Frecuencia relativa - Ecuador	Frecuencia relativa - Paraguay
Sexo				
Femenino	39 (29,55%)	3 (2,27%)	4 (3,03%)	32 (24,24%)
Masculino	93 (70,45%)	11 (8,33%)	8 (6,06%)	74 (56,06%)
Lado				
Derecho	73 (55,3%)	7 (5,3%)	9 (6,82%)	57 (43,18%)
Izquierdo	59 (44,7%)	7 (5,3%)	3 (2,27%)	49 (37,12%)
Tipo de fractura				
Múltiple	19 (14,39%)	5 (3,79%)	3 (2,27%)	11 (8,33%)
Única	113 (85,61%)	9 (6,82%)	9 (6,82%)	95 (71,97%)
Consolidación				
No	6 (4,55%)	0 (0%)	1 (0,76%)	5 (3,79%)
Sí	126 (95,45%)	14 (10,61%)	11 (8,33%)	101 (76,52%)
Complicación				
Grave	9 (6,82%)	0 (0%)	1 (0,76%)	8 (6,06%)
Leve	3 (2,27%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (2,27%)
No	120 (90,91%)	14 (10,61%)	11 (8,33%)	95 (71,97%)
Tipo de material				
Placa de compresión dinámica	81 (61,36%)	14 (10,61%)	5 (3,79%)	62 (46,97%)
Placa de compresión dinámica de contacto limitado	41 (31,06%)	0 (0%)	2 (1,52%)	39 (29,55%)
Placa de compresión de bloqueo	10 (7,58%)	0 (0%)	5 (3,79%)	5 (3,79%)
Éxito				
No	10 (7,58%)	0 (0%)	1 (0,76%)	9 (6,82%)
Sí	122 (92,42%)	14 (10,61%)	11 (8,33%)	97 (73,48%)

Tabla 3. Frecuencia absoluta de variables categóricas de pacientes con complicaciones

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Femenino	4	33,33%
Masculino	8	66,67%
Lado		
Derecho	6	50%
Izquierdo	6	50%
Tipo de fractura		
Múltiple	4	33,33%
Única	8	66,67%
Consolidación		
No	5	41,67%
Sí	7	58,33%
Complicación		
Grave	9	75%
Leve	3	25%
No	0	0%
Tipo de material		
Placa de compresión dinámica	6	50%
Placa de compresión dinámica con contacto limitado	5	41,67%
Placa de compresión de bloqueo	1	8,33%
Servicio		
Brasil	0	0%
Ecuador	1	8,33%
Paraguay	11	91,67%
Éxito		
No	9	75%
Sí	3	25%

Tabla 4. Prueba exacta de Fisher

Variable	p
Sexo	0,82783640485
Lado	0,39619935801
Tipo de fractura	0,01648996506
Complicación	0,56003456881
Tipo de material	0,00005054684
Éxito	0,71174965658

DISCUSIÓN

El tratamiento de las fracturas diafisarias incluye varias opciones y suele estar indicada la cirugía en el contexto de desplazamientos importantes, lesiones neurovasculares, fracturas abiertas y fracturas múltiples.

En la última década, ha aumentado el interés mundial por la osteosíntesis mínimamente invasiva con el uso de placas puente, cuyo sitio de fijación puede variar, la mayoría de ellas a través del corredor de seguridad anterior, evitando el contacto directo con el nervio radial.^{13,14}

Varios estudios sugieren que la técnica MIPO logra resultados favorables comparada con otras técnicas quirúrgicas en cuanto a tiempo de cicatrización y complicaciones posoperatorias. Según el metanálisis de Yu y cols., una de sus ventajas es la reducción del riesgo de daño del nervio radial, tendencia que también se observó en nuestro estudio.¹⁵

Uno de los principales temas por estudiar es la reducción del riesgo de daño del nervio radial. En algunos casos tratados con la técnica abierta convencional, el simple hecho de su identificación y la protección nerviosa pueden provocar una neuropraxia posquirúrgica. Creemos que esta es una de las principales ventajas de esta técnica, en la que un colgajo muscular protege la estructura referida.^{11,16}

Para evitar el daño neurológico asociado con la técnica MIPO, Benegas y cols.¹⁷ recomiendan un adecuado manejo de los tejidos blandos y una suave retracción durante el abordaje distal, además de evitar los retractores de tipo palanca, colocar la placa en posición anterior, mantener el antebrazo en posición semiflexionada e introducir la placa de proximal a distal.¹⁸ La incidencia de lesión neurológica con esta técnica es baja (alrededor del 2,8%); sin embargo, cuando ocurre, conduce a peores resultados funcionales y a la necesidad de procedimientos adicionales.¹⁹

Según nuestra experiencia en este estudio, creemos que el abordaje por técnica MIPO trabaja en un canal seguro en relación con las estructuras neurológicas al no manipular estructuras nerviosas durante la vía de fijación que, en sí misma, puede ser un factor que contribuya a disminuir las lesiones.

El daño neurológico comprobado antes de la cirugía no fue una contraindicación para realizar este procedimiento, lo que se puede deducir de la experiencia publicada por Zhao y cols., quienes comunicaron un 88,1% de recuperación general, con una recuperación espontánea del 70,7%. No se hallaron diferencias entre los grupos tratados inicialmente con exploración temprana y con manejo expectante, lo que sugiere que el hecho de que se realice o no un procedimiento para explorar el nervio radial no afecta el grado de recuperación del nervio, que no sería necesario. En nuestra serie, la mayoría de los pacientes fueron tratados con este abordaje y la tasa de lesión neurológica fue baja.²⁰

La mayoría de los casos de neuropatía se debe a una lesión por distracción que tiende a mejorar, sugeriríamos la exploración abierta mediante un abordaje amplio y una exploración quirúrgica del nervio radial y su posible reparación, solo en los casos de empeoramiento o falta de mejoría durante el seguimiento.^{20,21}

La tasa de pseudoartrosis tras la fijación con placa puede alcanzar el 5,8% y el tiempo de consolidación, en algunos estudios, oscila entre 12 y 32 semanas, con una media de 16,2 semanas.^{9,16,18} Este hallazgo coincide con el de nuestro estudio que tuvo una tasa de pseudoartrosis del 4,5%.

Los datos agrupados reflejan resultados favorables informados de forma sistemática, como una tasa de pseudoartrosis del 2,6%, una tasa de infección del 1,5% y una tasa de lesión del nervio radial iatrogénica del 2,8%. Esto se compara muy favorablemente con la tasa de complicación informada para la reducción abierta y fijación interna o el enclavado endomedular, cuyo riesgo de lesión iatrogénica del nervio radial puede ascender al 10-20%.^{6,19,22}

Creemos que un factor importante que puede influir directamente en la velocidad de consolidación, su calidad y la reducción de las complicaciones, como la pseudoartrosis, es una reducción adecuada de la fractura que también influye en la curación de las fracturas por técnicas abiertas y que es un factor que puede actuar como un posible distractor. Este hecho dificulta las comparaciones y creemos debe tenerse en cuenta en futuros estudios.

El seguimiento y la determinación del grado de consolidación son datos difíciles de obtener en el ámbito del sistema sanitario público y pueden impedir conocer la fecha exacta en la que se produjo la consolidación, lo que limita este estudio, porque posiblemente se podría producir una consolidación clínica sin imagen radiológica.

En cuanto al tipo de placas utilizadas, en su mayoría fueron placas de compresión dinámica de 12 orificios (124 placas de compresión dinámica, 8 placas de compresión de bloqueo), solo en algunos casos, se utilizaron placas bloqueadas). Consideramos que esto puede ser un factor que altere la biomecánica de la fijación. La técnica fue descrita originalmente por Livani y Belangero,¹⁰ con este implante, ya que la placa de compresión dinámica es un implante económico, de fácil acceso y de uso global, que puede resolver eficazmente este tipo de fractura, reproducible en la mayoría de los centros hospitalarios.

En nuestro estudio, se utilizaron cuatro tornillos para la fijación de la placa, dos proximales y dos distales, distribuidos por los bordes de la placa, esto aparentemente proporciona una adecuada estabilidad y le da flexibilidad a la placa para estimular la consolidación por su estabilidad relativa. Creemos que se necesitan estudios biomecánicos comparativos para abordar este hecho y contrastarlo con diferentes configuraciones de tornillos y diferentes áreas de trabajo.

Se han publicados estudios sobre fracturas tratadas con la técnica MIPO con placa de compresión de bloqueo, creemos que esto podría ofrecer beneficios para pacientes ancianos o con hueso osteoporótico; sin embargo, se necesitan más estudios biomecánicos comparativos para determinar cuál es el mejor tipo de implante para esta técnica. Por tanto, y de acuerdo con nuestra experiencia, se recomiendan las placas de compresión dinámica utilizando la técnica original descrita por Livani y Belangero¹⁰ y las placas de compresión de bloqueo en pacientes con hueso osteoporótico.¹⁶

Como desventaja de esta técnica, podríamos mencionar que requiere el uso de un intensificador de imágenes, lo que significa recursos extra, además de la exposición a la radiación.^{23,24}

La técnica MIPO tampoco aumenta el riesgo de complicaciones en general, según el estudio de Yu y cols., lo que es ventajoso, porque la comparación se realizó con la técnica de fijación con placa convencional, considerada el patrón de referencia.¹⁵

En relación con la metodología del estudio, nos llamó la atención la disparidad de casos entre un centro hospitalario (Paraguay). Esto determina que, en la estadística general, diluya los resultados de los otros dos centros, y le resta potencia estadística a nuestro trabajo, así se menciona que, en variables, como las complicaciones, estas hayan sido en su mayoría del Paraguay, lo que podría no ser completamente representativo de la técnica.

CONCLUSIONES

Con la técnica MIPO para el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero las tasas de complicaciones y morbilidad son bajas, y la tasa de consolidación es buena.

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

ORCID de J. Palacios Fantilli: <https://orcid.org/0000-0003-4658-5641>
ORCID de P. C. Faiad Piluski: <https://orcid.org/0000-0002-1887-8861>

ORCID de C. H. Castillo Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0002-4968-8390>
ORCID de O. Lech: <https://orcid.org/0000-0002-9727-2330>

BIBLIOGRAFÍA

1. Superti MJ, Martynetz F, Falavinha RS, Fávoro RC, Boas LF, Filho SM, et al. Evaluation of patients undergoing fixation of diaphyseal humeral fractures using the minimally invasive bridge-plate technique. *Rev Bras Ortop* 2015; 47(3):310-7. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbort/a/bpcQm3qC8dGXtsQ9CjSCHxv/?format=pdf&lang=en>
2. Matsunaga FT, Tamaoki MJS, Matsumoto MH, Netto NA, Faloppa F, Belloti JC. Minimally invasive osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(7):583-92. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00628>
3. An Z, Zeng B, He X, Chen Q, Hu S. Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique. *Int Orthop* 2010;34(1):131-5. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0753-x>
4. Mahajan AS, Kim YG, Kim JH, D'sa P, Lakhani A, Ok HS. Is anterior bridge plating for mid-shaft humeral fractures a suitable option for patients predominantly involved in overhead activities? A functional outcome study in athletes and manual laborers. *Clin Orthop Surg* 2016;8(4):358-66. <https://doi.org/10.4055/cios.2016.8.4.358>
5. Livani B, Belangero W, Andrade K, Zuiani G, Pratali R. Is MIPO in humeral shaft fractures really safe? Postoperative ultrasonographic evaluation. *Int Orthop* 2009;33(6):1719-23. <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0616-x>
6. Hadhoud MM, Darwish AE, Mesriga MM. Minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and plate fixation of humeral shaft fractures. *Menoufia Med J* 2015;28:154-61. <https://doi.org/10.4103/1110-2098.155974>
7. Claessen FMAP, Peters RM, Verbeek DO, Helfet DL, Ring D. Factors associated with radial nerve palsy after operative treatment of diaphyseal humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(11):e307-e311. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.07.012>
8. Zogaib RK, Morgan S, Belangero PS, Fernandes HJA, Belangero WD, Livani B. Minimal invasive osteosynthesis for treatment of diaphyseal transverse humeral shaft fractures. *Acta Ortop Bras* 2014;22(2):94-8. <https://doi.org/10.1590/1413-78522014220200698>
9. Esmailiejah AA, Abbasian MR, Safdari F, Ashoori K. Treatment of humeral shaft fractures: Minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma Mon* 2015;20(3):e26271. <https://doi.org/10.5812/traumamon.26271v2>
10. Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury* 2004;35(6):587-95. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2003.12.003>
11. Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) 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>
12. Ruiz Giolo S. *Introdução à análise de dados categóricos com aplicações*. São Paulo, Brasil: Editora Blucher; 2017.
13. Giordano M, Giordano V, Gameiro VS, Belangero W, Livani B, Giannoudis PV, et al. Anterior minimally invasive plating osteosynthesis technique (MIPO) for humeral shaft fractures: an anatomical study of neuromuscular structures at risk. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2020;31(3):449-58. <https://doi.org/10.1007/s00590-020-02792-2>
14. Zhang Q, Sun N, Huang Q, Zhu S, Wu X. Minimally invasive plating osteosynthesis in the treatment of humeral shaft fractures: A meta-analysis. *J Invest Surg* 2017;30(2):133-42. <https://doi.org/10.1080/08941939.2016.1215581>
15. Yu B, Liu L, Yang G, Zhang L, Lin X. Comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and conventional plate osteosynthesis for humeral shaft fracture. *Medicine (Baltimore)* 2016;95(39):e4955. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004955>
16. Malhan S, Thomas S, Srivastav S, Agarwal S, Mittal V, Nadkarni B, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis using a locking compression plate for diaphyseal humeral fractures. *J Orthop Surg* 2012;20(3):292-6. <https://doi.org/10.1177/230949901202000305>
17. Benegas E, Ferreira Neto AA, Conforto Gracitelli ME, Malavolta EA, Assunção JH, De Santis Prada F, et al. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(6):767-74. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.02.010>
18. Paris H, Tropiano P, Clouet D'orval B, Chaudet H, Poitout DG. [Fractures of the shaft of the humerus: systematic plate fixation. Anatomic and functional results in 156 cases and a review of the literature]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000;86(4):346-59. PMID: 10880934
19. Tetsworth K, Hohmann E, Glatt V. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: Current state of the art. *J Am Acad Orthop Surg* 2018;26(18):652-61. <https://doi.org/10.5435/JAOS-D-17-00238>

20. Zhao JG, Wang J, Meng XH, Zeng XT, Kan SL. Surgical interventions to treat humerus shaft fractures: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 2017;12(3):e0173634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173634>
21. Lee T, Yoon J. Newly designed minimally invasive plating of a humerus shaft fracture; a different introduction of the plate. *Int Orthop* 2016;40(12):2597-2602. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3097-8>
22. Wang C, Li J, Li Y, Dai G, Wang M. Is minimally invasive plating osteosynthesis for humeral shaft fracture advantageous compared with the conventional open technique? *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(11):1741-8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.07.032>
23. Kim Y-G, Park K-H, Kim J-W, Oh J-K, Yoon J-P, Kim, H-J, et al. Is minimally invasive plate osteosynthesis superior to open plating for fixation of two-part fracture of the proximal humerus? *J Orthop Surg* 2019;27(2):2309499019836156. <https://doi.org/10.1177/2309499019836156>
24. Mehraj M, Shah I, Mohd J, Rasool S. Early results of bridge plating of humerus diaphyseal fractures by MIPO technique. *Ortop Traumatol Rehabil* 2019;21(2):109-118. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.1915>