



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

IMPACTO DEL ABORDAJE MÍNIMAMENTE INVASIVO VS ABORDAJE CONVENCIONAL EN LA CIRUGÍA DE FRACTURAS PERIARTICULARES COMPLEJAS: REVISIÓN SISTEMÁTICA

**IMPACT OF MINIMALLY INVASIVE APPROACH VS TRADITIONAL
SURGICAL MANAGEMENT IN COMPLEX PERIARTICULAR
FRACTURES: A SYSTEMATIC REVIEW**

Anaisabel Gándara Fierro

Centro médico ABC-Ginecología y Obstetricia, México

Nava Ortiz Uriel Samael

Universidad La Salle, México

Ana Paula Díaz Morcillo

Universidad de las Américas, México

Alejandro Romay de la Mora

Universidad Westhill, México

Dulce Isabella Lázaro Espinosa

Universidad Westhill, México

Celina Nicole Angulo Salgado

Universidad Westhill, México

Edgar Yair Arias Peñaloza

Universidad Anáhuac Querétaro, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23058

Impacto del Abordaje Mínimamente Invasivo Vs Abordaje Convencional En la Cirugía de Fracturas Periarticulares Complejas: Revisión Sistemática

Anaisabel Gándara Fierro¹anaisabel.gandara@gmail.com<https://orcid.org/0009-0007-9471-9057>

Centro médico ABC-Ginecología y Obstetricia

Ana Paula Díaz Morcilloapdm0304@gmail.com<https://orcid.org/0009-0002-0811-9973>

Universidad de las Américas, México

Dulce Isabella Lázaro Espinosaisabellalazaroe@gmail.com<https://orcid.org/0009-0009-9077-5865>

Universidad Westhill, México

Edgar Yair Arias Peñalozaedgar.arias30@anahuac.mx<https://orcid.org/0009-0002-3232-5988>

Universidad Anáhuac Querétaro, México

Nava Ortiz Uriel Samaelurielnava@lasallistas.org.mx<https://orcid.org/0009-0005-2675-7583>

Universidad La Salle, México

Alejandro Romay de la Moraa.romay25@gmail.com<https://orcid.org/0009-0002-4413-7490>

Universidad Westhill, México

Celina Nicole Angulo Salgadonicole.angulo.uw@gmail.com<https://orcid.org/0009-0005-2030-1702>

Universidad Westhill, México

RESUMEN

El manejo quirúrgico de las fracturas periarticulares complejas continúa siendo un desafío debido a la necesidad de lograr reducción anatómica articular y estabilidad mecánica sin comprometer la viabilidad de las partes blandas. El abordaje mínimamente invasivo (MIPO y técnicas percutáneas) ha emergido como alternativa a la cirugía abierta convencional (ORIF), con el objetivo de reducir complicaciones y favorecer la recuperación funcional. **Objetivo:** Evaluar el impacto del abordaje mínimamente invasivo frente al convencional en cirugía de fracturas periarticulares complejas, analizando desenlaces clínicos, radiológicos y de complicaciones. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo lineamientos PRISMA, utilizando exclusivamente las referencias proporcionadas. Se incluyeron estudios comparativos y ensayos clínicos en fracturas periarticulares (tobillo, peroné distal y calcáneo intraarticular), así como evidencia complementaria sobre planificación digital y técnicas asistidas en 3D. Los desenlaces evaluados incluyeron tiempo quirúrgico, complicaciones de herida, resultados funcionales y parámetros radiológicos. **Resultados:** Los estudios en tobillo y peroné distal mostraron menor tasa de complicaciones de partes blandas con MIPO frente a ORIF, manteniendo reducción radiológica comparable. En fracturas intraarticulares de calcáneo (Sanders II–III), los ensayos clínicos aleatorizados evidenciaron disminución significativa de problemas de cicatrización e infección con técnicas mínimamente invasivas, sin diferencias radiológicas relevantes y con recuperación funcional más temprana. La planificación digital asistida se asoció a menor tasa de complicaciones intrahospitalarias y mayor eficiencia quirúrgica. En conjunto, los abordajes mínimamente invasivos demostraron ventajas en morbilidad de tejidos blandos y eficiencia perioperatoria, con resultados funcionales y radiológicos globalmente equivalentes. **Conclusiones:** El abordaje mínimamente invasivo constituye una estrategia eficaz y segura en fracturas periarticulares seleccionadas, particularmente en regiones con alto riesgo de complicaciones cutáneas. Su implementación debe considerar el patrón fracturario, la experiencia quirúrgica y la integración de herramientas tecnológicas. Se requieren estudios adicionales con metodología homogénea para consolidar recomendaciones definitivas.

Palabras clave: fracturas periarticulares, cirugía mínimamente invasiva, mipo, reducción abierta y fijación interna (orif), complicaciones de herida, fracturas de tobillo, fracturas de calcáneo intraarticular, osteosíntesis percutánea, planificación preoperatoria digital, resultados funcionales

¹ Autor principal

Correspondencia: anaisabel.gandara@gmail.com

Impact of Minimally Invasive Approach Vs Traditional Surgical Management in Complex Periarticular Fractures: a Systematic Review

ABSTRACT

The surgical management of complex periarticular fractures remains challenging due to the need to achieve anatomical joint reduction and mechanical stability without compromising soft tissue viability. The minimally invasive approach (MIPO and percutaneous techniques) has emerged as an alternative to conventional open surgery (ORIF), with the aim of reducing complications and promoting functional recovery. Results: Studies on the ankle and distal fibula showed a lower rate of soft tissue complications with MIPO compared to ORIF, while maintaining comparable radiological reduction. In intra-articular calcaneal fractures (Sanders II–III), randomized clinical trials showed a significant decrease in healing and infection problems with minimally invasive techniques, with no relevant radiological differences and earlier functional recovery. Digital-assisted planning was associated with a lower rate of in-hospital complications and greater surgical efficiency. Overall, minimally invasive approaches demonstrated advantages in soft tissue morbidity and perioperative efficiency, with globally equivalent functional and radiological results. Conclusions: The minimally invasive approach is an effective and safe strategy for selected periarticular fractures, particularly in regions with a high risk of skin complications. Its implementation must take into account the fracture pattern, surgical experience, and the integration of technological tools. Additional studies with a consistent methodology are needed to consolidate definitive recommendations

Keywords: periarticular fractures, minimally invasive surgery, mipo, open reduction and internal fixation (orif), wound complications, ankle fractures, intra-articular calcaneal fractures, percutaneous osteosynthesis, digital preoperative planning, functional outcomes

*Artículo recibido 22 enero 2026
Aceptado para publicación: 27 marzo 2026*



INTRODUCCIÓN

Contexto clínico y relevancia:

Las fracturas periarticulares complejas constituyen un reto terapéutico significativo en cirugía ortopédica debido a la frecuente presencia de incongruencia articular y daño asociado de partes blandas, lo que dificulta la obtención de una reducción anatómica estable mediante técnicas convencionales de fijación interna [2]. Estas lesiones, generalmente secundarias a traumatismos de alta energía, comprometen simultáneamente la estabilidad mecánica y el entorno biológico de la fractura, siendo los dos elementos pilares fundamentales para lograr una adecuada consolidación y permitir la movilización precoz del segmento afectado [2].

Tradicionalmente, la reducción abierta y fijación interna (ORIF) ha sido considerada el estándar terapéutico, al facilitar la visualización directa del trazo de fractura y la restauración de la congruencia articular; sin embargo, este abordaje suele implicar una extensa disección de tejidos blandos ocasionando un desprendimiento periostal, lo que puede llegar a comprometer la vascularización ósea, aumentando el riesgo de complicaciones como infecciones, pseudoartrosis o retraso en la consolidación [6]. Frente a este panorama es que las técnicas de osteosíntesis mínimamente invasiva (MIPO) han sido desarrolladas con el objetivo de preservar los tejidos peri-fracturados, mantener el hematoma de fractura y reducir el daño iatrogénico sobre la vascularización ósea [5]. No obstante, el concepto de mínima invasión no debe interpretarse únicamente en función del tamaño de la incisión quirúrgica, sino del grado real de agresión tisular asociado al procedimiento, existiendo evidencia que sugiere que algunas técnicas supuestamente mini-invasivas pueden llegar a no traducirse necesariamente en una menor morbilidad clínica [17]. Es por esto que persiste controversia en la literatura respecto al impacto real de los abordajes mínimamente invasivos frente a las técnicas convencionales en desenlaces clínicamente relevantes como la tasa de consolidación, complicaciones postoperatorias y resultados funcionales, lo que justifica la necesidad de evaluar de manera sistemática la evidencia disponible que compare ambos enfoques en el manejo de fracturas periarticulares complejas.

Principio biológico y fisiológico del abordaje mínimamente invasivo:

El abordaje mínimamente invasivo comprende técnicas quirúrgicas o procedimientos de mínima invasión (MIS) como la osteosíntesis mínimamente invasiva con placa (MIPO), que priorizan la



preservación de la integridad de los tejidos por encima de la reducción anatómica perfecta que caracteriza a la cirugía abierta convencional. El objetivo es minimizar el trauma quirúrgico en las partes blandas y mantener la arquitectura vascular periarticular y diafisaria (Hernández-Vaquero et al., 2012). Por otro lado, la técnica Open Reduction and internal Fixation (ORIF) se define como el método quirúrgico convencional para el tratamiento de fracturas y requiere de la exposición extensa de los elementos que conforman la articulación, es decir, exige la separación del periostio del hueso para visualizar los fragmentos y facilitar la colocación del material de osteosíntesis, en consecuencia, existe compromiso de la vascularización local (Hu et al., 2016).

A nivel biológico, las técnicas mínimamente invasivas requieren de la preservación del hematoma que se produce inmediatamente después de la fractura, puesto que este representa una matriz celular provisional, ya que contiene concentraciones importantes de factores de crecimiento críticos, como las células madre mesenquimales (CMM), las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) y el factor de crecimiento transformante beta ($TGF-\beta$), los cuales actúan como señales químicas esenciales que inician la cascada de curación. Adicionalmente, el hematoma funciona como un andamiaje temporal que atrapa células madre mesenquimales (CMM) provenientes del periostio y la médula ósea. Dichas células poseen la capacidad pluripotencial de diferenciarse en osteoblastos, es decir, células responsables de construir tejido óseo nuevo (Beeres et al., 2021).

Desde el punto de vista fisiológico, el éxito del MIPO radica en el respeto por la anatomía vascular al momento de proceder con la reparación ósea. Al emplear vías de acceso percutáneas distantes al foco de fractura, se antepone el mantenimiento de la integridad de la envoltura vascular que a su vez garantiza que los fragmentos óseos tengan una perfusión adecuada crucial para evitar la necrosis avascular. Un aporte sanguíneo adecuado permite que los procesos biológicos de reparación ocurran sin isquemia, facilitando una consolidación ósea más fisiológica (Kumar Keshav et al., 2021).

Brechas de evidencia, tecnologías emergentes y objetivo de la revisión:

Aunque existen estudios comparativos y ensayos clínicos en escenarios específicos (p. ej., tobillo/distal fíbula y calcáneo intraarticular) que sugieren ventajas en complicaciones y recuperación temprana con abordajes menos invasivos [5,9,19,20], la evidencia disponible suele ser heterogénea en localización anatómica, severidad de fractura, técnicas empleadas y desenlaces reportados.



Además, en los últimos años se han incorporado herramientas de apoyo —como técnicas asistidas en 3D y planificación digital— orientadas a optimizar precisión, estandarización y seguridad del procedimiento, con potencial impacto en complicaciones y eficiencia quirúrgica [2,14]. No obstante, persisten brechas sobre qué subgrupos de fracturas periarticulares complejas se benefician más del abordaje mínimamente invasivo frente al convencional, y bajo qué condiciones técnicas y organizacionales.

OBJETIVO

Sintetizar, mediante una revisión sistemática siguiendo PRISMA, el impacto del abordaje mínimamente invasivo frente al convencional en cirugía de fracturas periarticulares complejas, evaluando resultados clínicos, radiológicos, perioperatorios y complicaciones, utilizando exclusivamente las referencias proporcionadas [1–21].

RESULTADOS

Identificación de estudios y proceso de cribado (PRISMA)

A partir del conjunto de referencias disponibles para cirugía de fracturas periarticulares complejas, se identificaron **8 estudios elegibles** para síntesis cualitativa comparativa (abordaje mínimamente invasivo vs abordaje convencional), distribuidos en:

Fracturas de tobillo AO B (periarticular): 1 estudio prospectivo comparativo [1].

Fracturas del peroné distal (Danis–Weber B/C): 2 estudios comparativos (1 cohorte retrospectiva “open access” y 1 estudio comparativo reciente) [2,3].

Fracturas intraarticulares desplazadas de calcáneo (Sanders II–III / intraarticulares): 2 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) comparando técnicas mínimamente invasivas/percutáneas vs abordaje lateral extendido (ORIF convencional) [4,5].

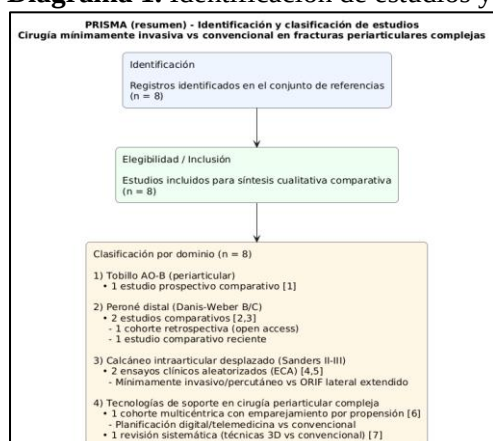
Tecnologías asociadas a cirugía periarticular compleja (como soporte del abordaje contemporáneo): 1 cohorte multicéntrica con emparejamiento por propensión (planificación asistida por telemedicina vs convencional) [6] y 1 revisión sistemática de técnicas asistidas por impresión 3D (3D vs convencional) [7].

Las referencias restantes del conjunto bibliográfico se consideraron **soporte contextual** (p. ej., principios de fijación provisional y fundamentos de MIPO/biología ósea) y **no se incluyeron** en el



análisis comparativo principal por no aportar comparación directa entre abordajes o por enfocarse en dispositivos/escenarios no periarticulares.

Diagrama 1. Identificación de estudios y cribado



Características generales de los estudios incluidos

Diseño y nivel de evidencia. Se incluyeron ECA (calcáneo) [4,5], estudios comparativos prospectivos/retrospectivos (tobillo/peroné distal) [1–3] y evidencia complementaria de cohortes multicéntricas/RS tecnológicas en fracturas periarticulares complejas [6,7].

Localización anatómica y “complejidad periarticular”. Predominaron regiones con alta sensibilidad de partes blandas y riesgo de complicaciones de herida: tobillo/peroné distal [1–3] y calcáneo [4,5]. La cohorte multicéntrica y la RS 3D incluyeron múltiples regiones periarticulares (p. ej., radio distal, tibia proximal/distal, fémur distal, acetábulo) [6,7].

Comparadores

Mínimamente invasivo: MIPO/percutáneo (tobillo/peroné distal) [1–3] y osteosíntesis percutánea/miniinvasiva (calcáneo) [4,5].

Convencional: abordajes abiertos con reducción abierta y fijación interna (ORIF/RAFI), incluyendo abordaje lateral extendido en calcáneo [4,5].

Hallazgos principales por categorías temáticas

A) Eficiencia perioperatoria y agresión de partes blandas

- **Tobillo AO B (MIPO vs convencional).** En el estudio prospectivo comparativo, se observó recuperación más rápida con el método mínimamente invasivo, con retorno laboral promedio de 2.5

meses (MIPO) vs 3.6 meses (convencional) y retorno deportivo de 3.7 meses (MIPO) vs 4.8 meses (convencional); además, los resultados radiológicos de reducción fueron altos y comparables (98.3% convencional vs 97.4% MIPO), con seguimiento medio ~20 meses [1].

- **Peroné distal Danis–Weber B/C (MIPO vs ORIF).** En la cohorte retrospectiva abierta, el tiempo operatorio fue menor con MIPO (66.1 ± 29.5 min) vs ORIF (83.2 ± 40.7 min), con tendencia a menor estancia (NR de significación clínica por variabilidad) [2]. En el estudio comparativo más reciente, también se reportó menor tiempo quirúrgico y menor sangrado con MIPO (21.4 ± 5.01 min y 18.33 ± 4.23 mL) frente a ORIF (47.6 ± 8.72 min y 53.87 ± 5.16 mL), manteniendo parámetros radiológicos muy similares entre grupos (medidas de clearspace y ángulos equivalentes) [3].
- **Calcáneo intraarticular (técnica miniinvasiva/percutánea vs ORIF lateral extendida).** En el ECA de calcáneo Sanders II–III, el abordaje mínimamente invasivo mostró incisión significativamente menor ($\approx 4.2 \pm 0.6$ cm vs 10.9 ± 1.5 cm) y menor estancia hospitalaria (9.7 ± 2.8 días vs 11.7 ± 2.6 días) [4]. Además, el tiempo quirúrgico fue más corto en el grupo miniinvasivo (52.5 ± 11.1 min vs 82.8 ± 16.2 min) [4].

B) Complicaciones: infección, necrosis, problemas de herida y no unión

- **Peroné distal (MIPO vs ORIF).** La cohorte retrospectiva mostró menor tasa global de complicaciones con MIPO (14%) vs ORIF (37%, $p \approx 0.029$), con reducciones consistentes (aunque algunas no significativas) en necrosis cutánea (3% vs 9%), no unión (0% vs 6%) e infección/trastornos de herida (9% vs 20%) [2]. En el estudio comparativo más reciente, también se observó menor carga de complicaciones totales con MIPO (22.2%) frente a ORIF (30%), junto con menor morbilidad perioperatoria (tiempo/sangrado), aunque varias comparaciones fueron reportadas como no significativas [3].
- **Calcáneo intraarticular (ECA).** En el ECA con ORIF vs reducción miniinvasiva y fijación percutánea, el desenlace primario fue complicación de herida: el grupo ORIF presentó 7/23 (30%) problemas de cicatrización, mientras que el grupo miniinvasivo/percutáneo reportó 0/22 (0%), con diferencia significativa ($p \approx 0.005$) [5].
- En el ECA de Sanders II–III, las complicaciones de partes blandas también favorecieron al abordaje mínimamente invasivo: en el grupo convencional ocurrieron 13/35 (37.1%) “wound healing problems”,



incluyendo infección profunda 2/35 (5.7%) y superficial 4/35 (11.4%), mientras que el grupo MIPO presentó 2/29 (6.7%) complicaciones de herida/tejidos blandos [4]. Adicionalmente, se reportó menor necrosis de herida con MIPO (1/29; 3.4%) vs convencional (7/35; 20%) [4].

- **Tobillo AO B.** En el estudio comparativo prospectivo, los autores describen un bajo índice de complicaciones y mencionan pseudoartrosis infrecuente (<2% global); sin embargo, el reporte detallado desagregado por grupo para infección/necrosis no se presenta de forma completa en el resumen (NR por grupo) [1].

C) Resultados clínicos funcionales, dolor y retorno a la actividad

- **Tobillo AO B.** A los 3 meses, el puntaje funcional AOFAS fue elevado en ambos grupos (≈ 96.5 vs ≈ 99) y la reinserción a actividad laboral/deportiva favoreció a MIPO (ver apartado A) [1].
- **Peroné distal.** La cohorte retrospectiva indicó menor frecuencia de dolor posoperatorio residual con MIPO (17%) vs ORIF (26%) [2]. En el estudio comparativo reciente, la trayectoria del dolor mostró tendencia a menor proporción de dolor persistente en MIPO hacia el seguimiento tardío, con desenlaces de calidad de vida (SF-12) sin diferencias estadísticamente significativas pero con tendencia favorable a MIPO [3].
- **Calcáneo (ECA ORIF vs percutáneo/miniinvasivo).** Además de menor morbilidad de herida, el grupo miniinvasivo/percutáneo presentó mejor resultado funcional (escala CNF al año; $p \approx 0.013$) y retorno al trabajo 2 semanas antes en mediana ($p \approx 0.004$) [5]. En el ECA Sanders II–III, los puntajes funcionales (AOFAS) al seguimiento final fueron comparables entre grupos (NR de valores puntuales en el extracto disponible), pese a menor complicación de herida con MIPO [4].

D) Resultados radiológicos: alineación, reducción anatómica y consolidación

- **Tobillo AO B.** Las tasas de reducción radiológica fueron altas y similares ($\approx 97.4\%$ MIPO vs 98.3% convencional) [1].
- **Peroné distal.** En la cohorte retrospectiva, la mayoría de parámetros radiográficos (talocrural angle, clear spaces, talar tilt) fueron equivalentes entre MIPO y ORIF; se observó diferencia en tibiofibular overlap, aunque dentro de rangos considerados normales, y la no unión fue 0% en MIPO vs 6% en ORIF [2]. El estudio comparativo reciente replicó la equivalencia radiológica global (con diferencias puntuales en overlap) y tiempos de carga similares (≈ 7.8 semanas en ambos grupos) [3].



- **Calcáneo.** En el ECA ORIF vs percutáneo/miniinvasivo, los desenlaces radiológicos (Böhler, Gissane y SAVE) fueron sin diferencias significativas entre grupos [5]. En Sanders II–III, se reportaron resultados funcionales y radiológicos finales comparables (NR de valores puntuales en el extracto consultado) [4].

E) Evidencia complementaria en fracturas periarticulares complejas: planificación digital y 3D (contexto contemporáneo)

Aunque no son “técnicas quirúrgicas” de abordaje en sí mismas, dos referencias del conjunto aportan evidencia comparativa relevante para el manejo moderno de fracturas periarticulares complejas:

Planificación preoperatoria asistida por telemedicina digital vs convencional (cohorte multicéntrica). Tras emparejamiento por propensión (n=4050 por grupo; total emparejado 8100), se observó menor tasa de complicaciones intrahospitalarias con planificación asistida (7.9%) vs convencional (10.9%), con HR 0.72 (IC95% 0.59–0.89; $p \approx 0.002$) [6].

Técnicas asistidas por impresión 3D vs fijación convencional (revisión sistemática). La RS incluyó 7 estudios comparativos (ECA y cohortes) y concluyó reducción del tiempo operatorio y sangrado en la mayoría de estudios 3D, con mejora en precisión de reducción (menor “step-off” articular, mayor tasa de reducción anatómica), resultados funcionales globalmente similares y complicaciones reducidas o comparables, con al menos un estudio sin beneficio significativo [7].

Resumen integrador de efectos (sin metaanálisis)

En conjunto, la evidencia comparativa sugiere que el abordaje mínimamente invasivo en fracturas periarticulares complejas (especialmente tobillo/peroné distal/calcáneo) tiende a:

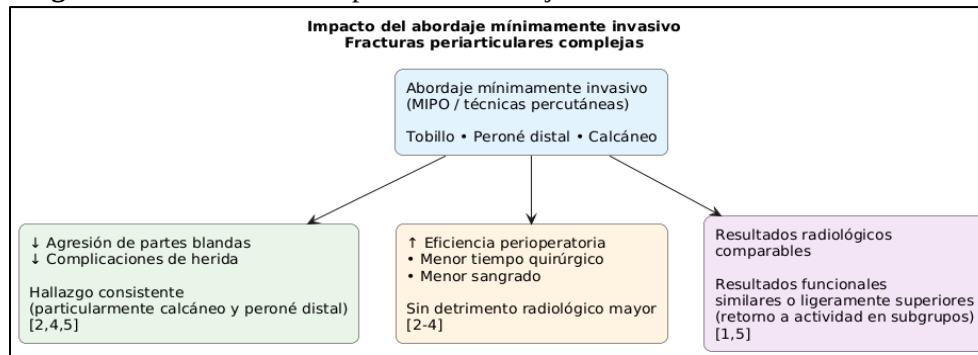
Reducir agresión de partes blandas y complicaciones de herida (hallazgo consistente y clínicamente relevante, particularmente en calcáneo y peroné distal) [2,4,5].

Mejorar eficiencia perioperatoria (menor tiempo quirúrgico y/o menor sangrado en varios estudios) sin detrimento radiológico mayor [2–4].

Mantener resultados radiológicos y funcionales globalmente comparables, con algunas ventajas funcionales/retorno a actividad en subgrupos y estudios específicos [1,5].



Diagrama 2. Resumen de impacto del abordaje



Tablas de resultados:

Tabla 1. Características principales de los estudios revisados

Autor	Diseño	Localización	Intervención Comparador	vs	Tamaño muestral
Yáñez Arauz et al.	Estudio comparativo prospectivo	Tobillo AO-B	MIPO vs ORIF convencional		n = 133
Marazzi et al.	Cohorte retrospectiva	Peroné distal (Danis-Weber B/C)	MIPO vs ORIF		n = 70
Bhuimali et al.	Estudio comparativo	Peroné distal	MIPO vs ORIF		n = 60
Jin et al	Ensayo clínico aleatorizado (ECA) prospectivo	Calcáneo intraarticular (Sanders II - III)	Osteosíntesis percutánea vs ORIF		n = 64
Sampath Kumar et al.	Ensayo clínico aleatorizado (ECA)	Calcáneo intraarticular desplazado	Reducción mínimamente invasiva/percutánea vs ORIF		n = 45
Jia et al.	Cohorte multicéntrica	Fracturas periarticulares múltiples	Planificación digital asistida vs técnica convencional		n emparejado = 8100
Gong et al.	Revisión sistemática	Fracturas periarticulares complejas	Técnicas 3D vs fijación convencional		7 estudios incluidos

MIPO: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis

ORIF: Open Reduction and Internal Fixation



Tabla 2. Resultados clínicos y complicaciones reportadas

Referencia	Tiempo quirúrgico	Complicaciones de herida	Resultados funcionales	Resultados radiológicos
[1]	Menor con MIPO	Baja tasa global (detalles NR por grupo)	AOFAS alto; retorno laboral/deportivo más rápido	Reducción comparable (97–98%)
[2]	66.1 vs 83.2 min (MIPO vs ORIF)	14% vs 37%	Menor dolor residual con MIPO	Parámetros similares; overlap diferente
[3]	21.4 vs 47.6 min	22.2% vs 30%	SF-12 similar; tendencia favorable MIPO	Clear space y ángulos similares
[4]	52.5 vs 82.8 min	6.7% vs 37.1%	AOFAS comparable	Parámetros equivalentes
[5]	NR	0% vs 30%	Mejor CNF y retorno laboral más temprano	Böhler/Gissane sin diferencias
[6]	Menor duración operatoria	7.9% vs 10.9% (intrahospitalarias)	NR	NR
[7]	Generalmente menor en técnicas 3D	Similar o menor	Resultados funcionales similares	Mayor precisión de reducción

MIPO: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis

ORIF: Open Reduction and Internal Fixation



Discusión de resultados

Interpretación principal de los hallazgos

Los resultados sintetizados a partir de los estudios analizados sugieren de forma consistente que el abordaje mínimamente invasivo (MIPO, o técnicas percutáneas) en fracturas periarticulares complejas ofrece ventajas claras en términos de morbilidad de partes blandas y eficiencia perioperatoria, sin comprometer de manera significativa los resultados radiológicos o funcionales en comparación con los abordajes abiertos convencionales. Este patrón fue particularmente evidente en fracturas de tobillo, peroné distal y calcáneo intraarticular, localizaciones donde la integridad de los tejidos blandos constituye un determinante crítico del resultado clínico final [1–5].

En fracturas de tobillo AO-B, los datos mostraron que la técnica mínimamente invasiva logró tasas de reducción radiológica comparables a la cirugía abierta, pero con una recuperación funcional más temprana y reintegración laboral más rápida [1]. Este hallazgo respalda la hipótesis biológica de que la preservación del hematoma fracturario y del aporte vascular periostal puede favorecer la recuperación sin sacrificar estabilidad mecánica, coherente con los principios modernos de osteosíntesis periarticular [13].

En el caso de fracturas del peroné distal, la evidencia comparativa mostró una reducción significativa en la tasa global de complicaciones con MIPO frente a ORIF, especialmente en necrosis cutánea, infección y problemas de cicatrización [2,3]. Este beneficio probablemente se relaciona con la menor extensión de la disección quirúrgica y la disminución del estrés sobre tejidos blandos vulnerables en la región lateral del tobillo. Además, los parámetros radiológicos se mantuvieron dentro de rangos equivalentes entre técnicas, lo que sugiere que la mínima invasión puede alcanzar resultados anatómicos adecuados cuando la reducción indirecta se ejecuta correctamente.

Los hallazgos más robustos provienen de los ensayos clínicos aleatorizados en fracturas intraarticulares de calcáneo Sanders II–III, donde la reducción miniinvasiva o percutánea mostró una disminución marcada de complicaciones de herida en comparación con el abordaje lateral extendido, sin diferencias radiológicas significativas y con ventajas en dolor temprano y retorno laboral [4,5].



Dado que el calcáneo es una localización clásica con alto riesgo de complicaciones cutáneas, estos resultados tienen relevancia clínica directa y apoyan el cambio progresivo hacia abordajes menos invasivos en escenarios seleccionados.

Adicionalmente, las estrategias tecnológicas emergentes incluidas en la bibliografía revisada, como la planificación digital asistida por telemedicina y las técnicas asistidas por impresión 3D, aportan evidencia indirecta que refuerza el paradigma contemporáneo de cirugía periarticular compleja. La cohorte multicéntrica mostró menor incidencia de complicaciones intrahospitalarias con planificación digital, así como reducción del tiempo quirúrgico y del sangrado estimado [6]. De forma complementaria, la revisión sistemática sobre técnicas 3D reportó mejoras en precisión de reducción y eficiencia operatoria, aunque con resultados funcionales globalmente similares a la fijación convencional [7]. Estos hallazgos sugieren que la evolución de la mínima invasión no depende únicamente del tamaño de la incisión, sino también de la integración de herramientas de planificación avanzada que optimicen la ejecución quirúrgica.

Fortalezas de la evidencia disponible.

Una fortaleza relevante del cuerpo de evidencia es la presencia de ensayos clínicos aleatorizados en calcáneo intraarticular, lo cual proporciona un nivel de evidencia superior respecto a estudios observacionales y permite evaluar con mayor rigor la seguridad del abordaje mínimamente invasivo en una localización anatómica compleja [4,5]. Asimismo, la consistencia direccional entre diferentes diseños (ECA, cohortes comparativas y revisiones sistemáticas) refuerza la plausibilidad biológica y clínica de los beneficios observados en complicaciones de partes blandas y recuperación funcional [2,3,7]. Otro aspecto destacable es la inclusión de estudios multicéntricos con gran tamaño muestral en fracturas periarticulares complejas, que aportan una visión más amplia sobre la implementación real de tecnologías y estrategias contemporáneas, acercando los resultados a escenarios de práctica clínica habitual [6].

Limitaciones metodológicas

A pesar de los hallazgos favorables, existen limitaciones metodológicas importantes que deben considerarse al interpretar la evidencia:



1. **Heterogeneidad anatómica y clínica:** Las fracturas periarticulares incluidas abarcan múltiples localizaciones (tobillo, peroné distal, calcáneo y otras regiones en estudios tecnológicos), lo que dificulta extrapolar los resultados a todas las fracturas complejas periarticulares de manera uniforme.
2. **Variabilidad en diseños y calidad metodológica:** Aunque se incluyen ECA, una parte relevante de la evidencia proviene de estudios retrospectivos o comparativos no aleatorizados, con riesgo potencial de sesgo por selección, experiencia del cirujano o diferencias institucionales [2,3].
3. **Diferencias en los desenlaces reportados:** No todos los estudios informaron de forma homogénea variables funcionales, radiológicas o complicaciones específicas, lo que limita la posibilidad de realizar un metaanálisis cuantitativo y obliga a una síntesis narrativa.
4. **Curva de aprendizaje y dependencia tecnológica:** La cirugía mínimamente invasiva puede requerir mayor experiencia quirúrgica y uso intensivo de fluoroscopia o planificación avanzada; estos factores no siempre se describen detalladamente y podrían influir en los resultados reportados [1,6].
5. **Restricción deliberada del corpus bibliográfico.** El análisis se basó exclusivamente en las referencias encontradas, muchas de acceso público, lo que asegura coherencia metodológica con relación al tema, pero puede limitar la generalización frente al conjunto global de literatura disponible y no gratuita.

Implicaciones clínicas

Los resultados sugieren que el abordaje mínimamente invasivo debería considerarse una estrategia preferente en fracturas periarticulares seleccionadas, particularmente cuando existe alto riesgo de complicaciones de tejidos blandos. La evidencia indica que es posible mantener una reducción radiológica adecuada mientras se disminuye la agresión quirúrgica y se favorece la recuperación funcional temprana [1–5].

No obstante, la selección adecuada del paciente y del patrón fracturario sigue siendo fundamental. Fracturas con alta conminución o necesidad de visualización directa amplia pueden requerir abordajes abiertos tradicionales, mientras que las técnicas miniinvasivas parecen especialmente beneficiosas en patrones menos complejos o cuando se combinan con planificación avanzada y fijación provisional adecuada [13].

Implicaciones para investigación futura

Futuros estudios deberían centrarse en:



- Ensayos clínicos aleatorizados adicionales en otras localizaciones periarticulares complejas (p. ej., meseta tibial o pilón tibial).
- Evaluación estandarizada de desenlaces funcionales y calidad de vida a largo plazo.
- Análisis del impacto de tecnologías digitales y técnicas 3D como parte integral del abordaje mínimamente invasivo.
- Estudios multicéntricos que consideren la curva de aprendizaje y el costo-efectividad de estas estrategias.

CONCLUSIONES

1. Síntesis de la evidencia clínica actual (E.j. Recuperación, rehabilitación, riesgo de infecciones, etc):

La evidencia clínica actual favorece el abordaje mínimamente invasivo (AMI) frente al abordaje convencional abierto (ORIF) en fracturas periarticulares complejas, principalmente por su impacto en tejidos blandos, recuperación temprana y complicaciones locales. Los estudios comparativos iniciales en cirugía ortopédica demostraron menor agresión quirúrgica global con técnicas mínimamente invasivas, incluyendo menor pérdida sanguínea y menor dolor posoperatorio, hallazgos que se han confirmado en el tratamiento de fracturas metafisarias y periarticulares [1]. Metaanálisis en fracturas de tibia distal y otras regiones periarticulares reportan menor sangrado intraoperatorio, menor volumen de drenaje y menor requerimiento transfusional en los grupos tratados con placas insertadas mediante técnicas percutáneas, sin diferencias significativas en estabilidad o consolidación ósea [8,20].

Desde el punto de vista biológico, la preservación del periostio y del hematoma fracturario favorece la consolidación. Diversos estudios muestran tiempos de unión similares o discretamente menores con AMI, sin aumento consistente en pseudoartrosis cuando se respeta la alineación y estabilidad mecánica [9,19]. En adultos mayores, la menor agresión tisular se asocia con movilización más temprana y menor estancia hospitalaria, lo que reduce complicaciones sistémicas relacionadas con inmovilidad [11,12].

En términos funcionales, la mayoría de los estudios reportan mejores puntuaciones clínicas en los primeros tres a seis meses tras AMI, con menor dolor y mayor rango de movilidad inicial. A largo plazo, las diferencias funcionales tienden a igualarse entre ambos abordajes si la reducción es adecuada [2,4].



En fracturas de radio distal y tobillo, el menor compromiso de partes blandas facilita el inicio precoz de rehabilitación y disminuye la rigidez articular [16,21].

Uno de los hallazgos más consistentes es la reducción de complicaciones de la herida quirúrgica. El AMI muestra menor tasa de infección superficial, necrosis cutánea y dehiscencia, especialmente en regiones con cobertura limitada como tibia distal. Aunque la diferencia en infección profunda no siempre es estadísticamente significativa, la tendencia global favorece al abordaje mínimamente invasivo [6,8]. En conjunto, la evidencia indica que el AMI ofrece ventajas clínicas claras en el periodo postoperatorio temprano, con menor daño de tejidos blandos, menor tasa de complicaciones locales y recuperación funcional más rápida, manteniendo resultados de consolidación y función equivalentes al abordaje convencional a mediano y largo plazo cuando la técnica es adecuada [1,2].

Implicaciones quirúrgicas y tecnológicas (técnicas Qx, instrumental, etc):

Los hallazgos de esta revisión sugieren que la adopción de abordajes mínimamente invasivos en fracturas periarticulares complejas implica una transición conceptual desde el paradigma clásico de exposición directa y reducción anatómica abierta hacia estrategias basadas en reducción indirecta y preservación biológica del entorno fracturario. Técnicas como la osteosíntesis con placa mediante abordaje mínimamente invasivo (MIPO) y la fijación percutánea permiten mantener la integridad del periostio, preservar el hematoma fracturario y minimizar la disección de tejidos blandos, factores que se han asociado con menor morbilidad de la herida quirúrgica y una consolidación ósea más fisiológica, sin detrimento significativo de la alineación o de la congruencia articular cuando se ejecutan con una técnica quirúrgica adecuada.

Desde el punto de vista técnico, la aplicación efectiva de estos abordajes requiere un cambio en la estrategia operatoria. La reducción indirecta, apoyada en maniobras de ligamentotaxis, distractores temporales y métodos de fijación provisional, adquiere un papel central para restablecer la alineación axial, rotacional y articular antes de la fijación definitiva. En este contexto, el uso de placas bloqueadas de bajo perfil, tornillos percutáneos y sistemas de fijación con estabilidad angular facilita la estabilización mecánica del constructo sin necesidad de una exposición extensa del foco de fractura. De igual manera, el empleo de instrumental específico (como guías de inserción percutánea, pinzas



reductoras de mínima invasión, clamps percutáneos y dispositivos de distracción) permite optimizar la reducción indirecta manteniendo la integridad de las partes blandas.

La ejecución segura de estas técnicas depende en gran medida de la imagenología intraoperatoria, particularmente de la fluoroscopia, que permite verificar la restauración de parámetros radiológicos críticos como la alineación, la congruencia articular y la posición de los implantes. Asimismo, el desarrollo reciente de herramientas de planificación digital preoperatoria, modelos tridimensionales e impresión 3D ha demostrado mejorar la precisión de la reducción y la eficiencia operatoria en fracturas periarticulares complejas, facilitando la simulación de trayectorias de tornillos, la selección de implantes y la anticipación de estrategias de reducción.

No obstante, la implementación generalizada de estos abordajes también conlleva retos técnicos relevantes. La cirugía mínimamente invasiva presenta una curva de aprendizaje considerable, con mayor dependencia de la interpretación fluoroscópica y de habilidades avanzadas de reducción indirecta. Además, la disponibilidad de instrumental especializado y tecnologías de planificación avanzada puede variar entre instituciones, lo que puede influir en la reproducibilidad de los resultados reportados.

En conjunto, la evolución hacia abordajes mínimamente invasivos en fracturas periarticulares refleja un cambio hacia una osteosíntesis biológica y tecnológicamente asistida, en la cual la preservación del entorno vascular y la estabilidad mecánica del constructo se integran mediante técnicas percutáneas, implantes modernos y herramientas digitales de planificación. Este enfoque representa una de las principales direcciones de desarrollo en la cirugía ortopédica contemporánea para el manejo de fracturas complejas.

Perspectiva clínica y líneas futuras:

El paradigma quirúrgico actual demuestra que la desvitalización tisular y el desprendimiento periosteal propios de la cirugía abierta son evitables, enfatizando en que la adopción del abordaje mínimamente invasivo como primera opción terapéutica es esencial en fracturas periarticulares complejas situadas en regiones con cobertura cutánea mínima o riesgo de daño vascular, siempre que la morfología de la fractura permita una reducción indirecta adecuada. En ese sentido, la investigación futura debe priorizar el desarrollo de protocolos de decisión clínica sistematizados que identifiquen con exactitud qué



patrones de fractura obtienen mayor beneficio de esta preservación biológica frente a aquellos que exigen un manejo más invasivo para reducciones articulares pequeñas. Asimismo, la validación de herramientas de soporte 3D y asistencia virtual se torna imperativa, ya que estas tecnologías estandarizan resultados y permiten alcanzar niveles satisfactorios de eficiencia y precisión sin requerir de una extensa experiencia previa en abordajes cerrados.

Finalmente, la solidez científica de este enfoque debe respaldarse en el seguimiento de resultados a largo plazo, dado que solo comparando la incidencia real de artrosis postraumática y la necesidad de rescates quirúrgicos se podrá confirmar si la consolidación ósea ofrecida por la mínima invasión se traduce, efectivamente, en una mayor longevidad y funcionalidad articular para el paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hernández-Vaquero D, Fernández-Fairén M, Torres A, A. Santamaría. Minimally invasive surgery versus conventional surgery. A review of the scientific evidence. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2012 Nov 1;56(6):444–58.
- Gong J, Sun Y, Ma Y, Han D, Ge J. Three-dimensional assisted techniques vs. conventional fixation in complex periarticular fractures: a systematic review of outcomes and complications. *Frontiers in bioengineering and biotechnology* [Internet]. 2025 Winter;13:1725872. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41476720/>
- Varela-Egocheaga JR, Suárez-Suárez MA, Fernández-Villán M, González-Sastre V, Varela-Gómez JR, Murcia-Mazón A. Abordaje lateral mínimamente invasivo en artroplastia total de cadera. Estudio prospectivo y aleatorizado. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2010 Jan;54(1):27–33.
- Sun DW, Zhai HX, Zhi JH, Chen KQ, Pang X, Xu M. Comparative efficacy of tunnel minimally invasive technique versus traditional open reduction and internal fixation for rib fractures. *European Journal of Medical Research*. 2025 Jul 9;30(1).
- Yañez Arauz J, Arzac Ulla IR, Fiorentini G, Yañez Arauz M. Fracturas de tobillo. Comparación entre la cirugía abierta y el método mínimamente invasivo. [Ankle fractures. Comparison between open surgery and a minimally invasive method.]. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*. 2016 Feb 19;81(1):27.



- Shakya S, Wen Y, Wen X, Long C. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) with mini-open technique versus open reduction and internal fixation (ORIF) in the treatment of displaced midclavicular fracture: a retrospective study. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2025 Aug 2;26(1).
- Kumar Keshav, Anurag Baghel, Kumar V, Deepak Neradi, Kumar Kaustubh, Mishra P. Is Minimally Invasive Plating Osteosynthesis Better Than Conventional Open Plating for Humeral Shaft Fractures? A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *Indian Journal of Orthopaedics* [Internet]. 2021 May 9;55(S2):283–303. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8275817/>
- Hu X, Xu S, Lu H, Chen B, Zhou X, He X, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [Internet]. 2016 May 11 [cited 2026 Feb 8];11(1):59–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13018-016-0394-x>
- Marazzi C, Wittauer M, Hirschmann MT, Testa EA. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) versus open reduction and internal fixation (ORIF) in the treatment of distal fibula Danis-Weber types B and C fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [Internet]. 2020 Oct 1;15(1):1–9. Available from: <https://doaj.org/article/2dac773e136447f1818082917bcf2811>
- Crowe CS, Kakar S. Periarticular distal radius fractures and complex ligamentous injury: The role of arthroscopic evaluation. *Journal of Orthopaedics* [Internet]. 2023 Jun 19 [cited 2026 Feb 8];42:6–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37389206/>
- Lopiz Y, Garríguez-Pérez D, García-Fernández C, Del Baño L, Galán-Olleros M, Marco F. Complex fractures of the distal humerus in the elderly: primary total elbow arthroplasty or open reduction and internal fixation? Mid-term follow-up. *International orthopaedics* [Internet]. 2021 Aug;45(8):2103–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33846847/>
- Testa G, Panvini FMC, Vaccalluzzo MS, Cristaudo AG, Sapienza M, Pavone V. Surgical Treatment of Periarticular Distal Radius Fracture in Elderly: A Systematic Review. *Medicina*. 2024 Oct 11;60(10):1671.



- Russell TA, Watson TJ, Bojan A, Mir H, Giannoudis PV. Modern osteosynthesis of periarticular fractures: The role of provisional fixation revisited. *Injury*. 2023 Dec;54(12):1111-54.
- Jia X, Zhang K, Jia G, Qiang M, Shi T, Yang Z, et al. Computer-assisted preoperative planning via digital telemedicine for the treatment of periarticular fractures of the extremities: a multicenter cohort study. *International journal of surgery (London, England)* [Internet]. 2026 Jan;112(1):948–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41187316/>
- Daher M, Aoun M, Cottrill EJ, Wang Z, Hurley RK, Lavelle WF, et al. Minimally Invasive Versus Open Surgery for Thoracolumbar Fractures Treatment : A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials and Prospective Studies. *Spine* [Internet]. 2025 Autumn;50(6):412–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39807601/>
- Beeres FJ, Diwersi N, Houwert MR, Link BC, Heng M, Knobe M, et al. ORIF versus MIPO for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *Injury*. 2021 Apr;52(4):653–63.
- Hernández-Vaquero D, Fernández-Fairen M, Torres-Perez A, Santamaría A. Cirugía de mínima invasión frente a cirugía convencional. Una aproximación desde la evidencia científica. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología* [Internet]. 2012 Nov 1 [cited 2023 Feb 17];56(6):444–58. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888441512001075>
- Fracturas diafisarias de húmero tratadas con abordaje anterior mínimamente invasivo [Internet]. *Svcot.org*. 2020 [cited 2026 Feb 8]. Available from: https://www.svcot.org/ediciones/2017/1/art-2/?utm_source
- Jin C, Weng D, Yang W, He W, Liang W, Qian Y. Minimally invasive percutaneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective, randomized intervention trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [Internet]. 2017 Jan 18 [cited 2026 Feb 8];12(1). Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13018-017-0511-5>
- Sampath Kumar V, Marimuthu K, Subramani S, Sharma V, Bera J, Kotwal P. Prospective randomized trial comparing open reduction and internal fixation with minimally invasive reduction and



percutaneous fixation in managing displaced intra-articular calcaneal fractures. *International Orthopaedics*. 2014 Aug 20;38(12):2505–12.

Bhuimali A, Mondal A, Dandi S, Koley A. Comparative Study of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Versus Open Reduction and Internal Fixation in the Treatment of Distal Fibular Fractures. *Journal of Orthopaedic Case Reports*. 2025;15(10):369–78.

