REVISTA ESPAÑOLA DE
Cirugía Osteoarticular

Casos clínicos

# Tratamiento secuencial en dos tiempos de una pseudoartrosis séptica humeral tras fractura periimplante: caso clínico y revisión de la literatura

## Sequential treatment in two stages of a septic humeral pseudoarthrosis after peri-implant fracture: case report and literature review

David Mayorga Naranjo*, Alicia Castro Fernández, José Baeza Oliete, Daniel Bonete Lluch, Amparo Ortega Yago

Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia, España

Recibido: 24 julio 2026
Aceptado: 17 septiembre 2026

***Correspondencia:** David Mayorga Naranjo — drdavidmayorga@gmail.com

### Resumen

**Introducción:** La pseudoartrosis séptica humeral es una complicación infrecuente cuyo tratamiento resulta especialmente complejo cuando asocia fracaso de la osteosíntesis, infección crónica y múltiples cirugías previas.
**Objetivo:** Presentamos el caso de un varón de 50 años con antecedente de artrodesis glenohumeral que desarrolló una pseudoartrosis séptica tras una fractura periimplante.
**Reporte de caso:** El tratamiento consistió en un abordaje secuencial en dos tiempos mediante retirada del material de osteosíntesis, desbridamiento radical, fijación externa temporal y antibioterapia dirigida, seguido de reconstrucción definitiva con placa bloqueada una vez controlada la infección. Se consiguió la consolidación ósea sin recurrencia infecciosa durante el seguimiento.
**Discusión:** Con el fin de contextualizar este caso, se realizó una revisión de la literatura que identificó ocho publicaciones sobre el tratamiento secuencial de la pseudoartrosis séptica humeral. La evidencia disponible, aunque limitada, respalda el tratamiento en dos tiempos como una alternativa eficaz en pacientes con infección crónica y elevada complejidad reconstructiva.

**Palabras clave**: Pseudoartrosis. Húmero. Infección relacionada con fracturas. Fractura periimplante. Tratamiento en dos tiempos. *Cutibacterium acnes*

### Abstract

**Introduction:** Septic humeral pseudoarthrosis is an uncommon complication whose treatment is particularly complex when it involves failure of osteosynthesis, chronic infection, and multiple prior surgeries.
**Objective:** We present the case of a 50-year-old man with a history of glenohumeral arthrodesis who developed septic pseudoarthrosis following a peri-implant fracture.
**Case report:** The treatment consisted of a sequential two-stage approach involving the removal of the osteosynthesis material, radical debridement, temporary external fixation, and targeted antibiotic therapy, followed by definitive reconstruction with a locked plate once the infection was controlled. Bone consolidation was achieved without



© 2026 Los autores. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia **Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).** Publicado con index en nombre de Sociedad de Traumatología y Cirugía Ortopédica de la Comunidad Valenciana.

recurrence of infection during follow-up.
**Discussion:** To contextualize this case, a literature review was conducted that identified eight publications on the sequential treatment of septic humeral pseudoarthrosis. The available evidence, although limited, supports the two-stage treatment as an effective alternative in patients with chronic infection and high reconstructive complexity.

## Introducción

La pseudoartrosis de la diáfisis humeral constituye una complicación relativamente infrecuente tras el tratamiento de las fracturas del húmero, con una incidencia estimada entre el 2 % y el 10 %, dependiendo del patrón de fractura, la técnica de fijación empleada y las características del paciente[1,2]. Aunque la mayoría de las pseudoartrosis son asépticas, la presencia de una infección relacionada con la fractura (*fracture-related infection*, FRI) transforma el proceso en una entidad clínica sustancialmente diferente, caracterizada por la coexistencia de inestabilidad mecánica, alteración del entorno biológico de consolidación y persistencia bacteriana secundaria a la formación de biofilm sobre el material de osteosíntesis[3-5]. Esta combinación incrementa significativamente la complejidad terapéutica, el número de procedimientos quirúrgicos necesarios, la duración del tratamiento antimicrobiano y el tiempo requerido para alcanzar la consolidación ósea[3,5,6].

Durante la última década, los consensos internacionales promovidos por el grupo FRI han permitido estandarizar tanto los criterios diagnósticos como los principios fundamentales del tratamiento de esta entidad[3,4]. En la actualidad, el manejo recomendado se basa en un enfoque multidisciplinar que integra un diagnóstico precoz, un desbridamiento quirúrgico exhaustivo, la obtención sistemática de múltiples muestras profundas para estudio microbiológico e histopatológico, la administración de antibioterapia dirigida y la restauración de una estabilidad mecánica adecuada que favorezca la consolidación ósea[3-7]. Sin embargo, el momento óptimo para realizar la reconstrucción definitiva continúa siendo motivo de debate, especialmente en pacientes con infección crónica, fracaso del implante, pérdida ósea significativa o compromiso de las partes blandas.

La pseudoartrosis séptica humeral representa una entidad excepcional y no existen recomendaciones específicas basadas en estudios prospectivos, por lo que el tratamiento continúa fundamentándose en pequeñas series retrospectivas y casos clínicos aislados[8-15]. La complejidad aumenta todavía más cuando la infección se desarrolla sobre una fractura periimplante distal a una artrodesis glenohumeral previa, situación extremadamente infrecuente que modifica la biomecánica del húmero, limita las posibilidades de fijación y condiciona la estrategia reconstructiva. Asimismo, microorganismos de baja virulencia como *Cutibacterium acnes* pueden producir infecciones de evolución insidiosa, con escasa repercusión clínica y analítica, favoreciendo el retraso diagnóstico y el fracaso progresivo del implante mediante la formación de biofilm[9-11].

El objetivo de este estudio es presentar el tratamiento secuencial en dos tiempos de una pseudoartrosis séptica humeral asociada a una fractura periimplante tras una artrodesis glenohumeral, y realizar una revisión narrativa de la literatura disponible sobre el tratamiento secuencial de esta entidad con el objetivo de contextualizar la estrategia empleada y analizar los resultados comunicados hasta la fecha.

## Caso clínico

### Antecedentes y presentación clínica

Varón de 50 años, comercial de profesión, con antecedentes de lesión traumática del plexo braquial derecho tratada mediante múltiples procedimientos reconstructivos, incluyendo transferencias tendinosas. Como consecuencia de la escasa recuperación funcional del hombro, había sido sometido años antes a una artrodesis glenohumeral derecha.

En 2023 sufrió una fractura periimplante de la diáfisis humeral derecha, localizada distalmente al implante de artrodesis glenohumeral, siendo tratado en otro centro mediante reducción abierta y fijación interna con una placa bloqueada. La evolución posterior fue desfavorable, desarrollando dolor persistente, movilidad patológica del foco de fractura y aparición progresiva de una fístula cutánea sobre la cicatriz quirúrgica con drenaje seroso intermitente. Ante la sospecha de una pseudoartrosis infectada, fue remitido a nuestro hospital.

El paciente fue valorado por primera vez en nuestra unidad el 2 de febrero de 2025. En la exploración física, presentaba flexión y extensión completas del codo, conservando la capacidad funcional para llevar la mano a la boca. La movilidad glenohumeral permanecía abolida como consecuencia de la artrodesis previa. Se objetivó una fístula activa localizada sobre la cara anterolateral del brazo derecho, sin nuevos déficits neurológicos ni vasculares respecto a la situación basal.

## Estudios complementarios

Las radiografías simples mostraban fracaso mecánico de la osteosíntesis, con pérdida de estabilidad del implante y ausencia de consolidación del foco de fractura (**figura 1**).

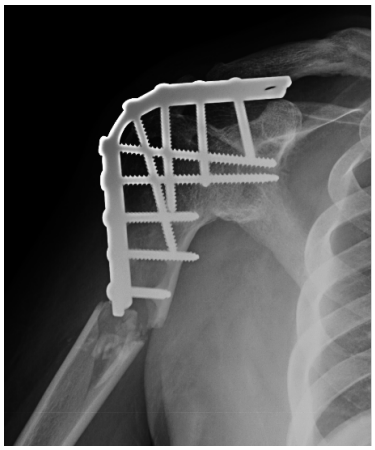


Figura 1. Fractura periimplante en paciente con artrodesis glenohumeral previa.

La tomografía computarizada confirmó la presencia de una pseudoartrosis hipertrófica diafisaria con morfología en "pata de elefante", sin puentes de consolidación ósea. Se observó rotura del segundo y quinto tornillos de la placa, osteólisis alrededor del primer, tercer y cuarto tornillos y una separación máxima de aproximadamente 8 mm entre la placa y la cortical humeral distal. Asimismo, se identificó calcificación periférica alrededor del foco de pseudoartrosis, mientras que la artrodesis glenohumeral permanecía consolidada y sin signos de aflojamiento.

La presencia de una fístula comunicante con el foco de fractura permitió establecer el diagnóstico de FRI de acuerdo con los criterios confirmatorios del consenso internacional[3]. El caso fue presentado en el Comité Multidisciplinar de Infección Osteoarticular de nuestro centro, donde se decidió realizar un tratamiento reconstructivo secuencial en dos tiempos.

## Primer tiempo quirúrgico

El primer tiempo quirúrgico se llevó a cabo el 20 de febrero de 2025 bajo anestesia general, utilizando el abordaje deltopectoral previo ampliado.

Tras la exposición del foco de pseudoartrosis, se identificó una fístula comunicante con el material de osteosíntesis, observándose abundante tejido inflamatorio, salida de material purulento alrededor de la placa, aflojamiento completo del implante y movilidad franca del foco de fractura.

Se procedió a la retirada de todo el material de osteosíntesis, permaneciendo únicamente un pequeño fragmento de un tornillo roto firmemente integrado en el hueso cortical. Dado que su extracción hubiera requerido una resección ósea adicional con potencial compromiso de la estabilidad residual, se decidió dejarlo in situ al considerarse completamente osteointegrado y sin repercusión sobre la erradicación de la infección.

Posteriormente se realizó un desbridamiento radical de todos los tejidos desvitalizados e infectados

hasta obtener tejido óseo viable con sangrado puntiforme (*paprika sign*).

Antes del inicio de la antibioterapia se obtuvieron cinco muestras profundas independientes de tejido para cultivo aerobio, anaerobio e histopatología. Cuatro de las cinco muestras fueron positivas para *Cutibacterium acnes* tras 11 días de incubación anaerobia. El antibiograma mostró sensibilidad a penicilina, amoxicilina, ceftriaxona, clindamicina y linezolid, sin objetivarse resistencias clínicamente relevantes.

Tras una irrigación abundante con solución salina se estabilizó temporalmente el húmero mediante un fijador externo monolateral tipo *Limb Reconstruction System* (LRS®, Orthofix, Verona, Italia), empleando dos fichas proximales recubiertas de hidroxiapatita y tres fichas distales con capacidad de realizar compresión en la zona de foco de fractura. La correcta alineación y estabilidad del montaje fueron confirmadas mediante radioscopia intraoperatoria y con posterior radiografía de control (**figura 2**).

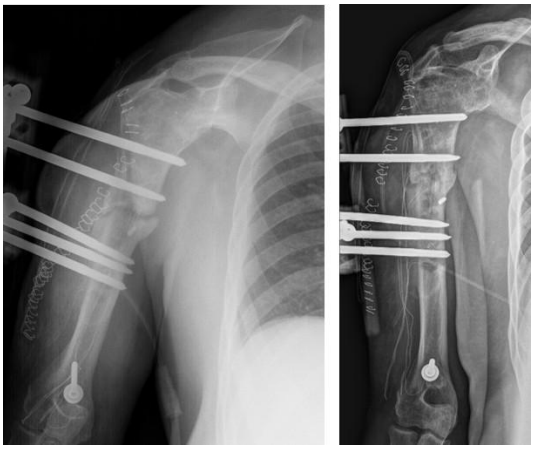


Figura 2. Radiografía de control tras primer tiempo quirúrgico.

Durante el ingreso, el paciente fue valorado por el Servicio de Enfermedades Infecciosas, instaurándose antibioterapia intravenosa inicial. Posteriormente completó tratamiento oral con linezolid (600 mg cada 12 horas) y ciprofloxacino (750 mg cada 12 horas) durante ocho semanas. Este esquema terapéutico fue consensuado conjuntamente con el Servicio de Enfermedades Infecciosas.

## Evolución entre ambos tiempos

La evolución clínica fue favorable. La herida cicatrizó por primera intención, desapareció completamente el drenaje fistuloso y el fijador externo fue correctamente tolerado durante todo el periodo de tratamiento.

En la revisión realizada el 6 de mayo de 2025 los reactantes inflamatorios se encontraban prácticamente normalizados (PCR 2,97 mg/L; VSG 16 mm/h). Los controles radiográficos mostraban mantenimiento de la reducción y formación progresiva de callo óseo.

En octubre de 2025, la consolidación era prácticamente completa, confirmada mediante TC, y no existían signos clínicos, analíticos ni radiológicos sugestivos de persistencia de la infección. La analítica inmediatamente previa a la reconstrucción definitiva mostró normalización de los reactantes inflamatorios (PCR 1,2 mg/L; VSG 8 mm/h). El paciente había finalizado el tratamiento antibiótico aproximadamente siete meses antes, permaneciendo desde entonces sin antibioterapia y sin signos clínicos de recurrencia infecciosa, motivo por el que se indicó la reconstrucción definitiva.

## Segundo tiempo quirúrgico

El segundo tiempo reconstructivo se realizó el 20 de noviembre de 2025, nueve meses después del primer tiempo. A través del abordaje previo se retiró el fijador externo y se efectuó un nuevo lavado quirúrgico con desbridamiento del foco de pseudoartrosis. No se identificaron signos macroscópicos de

infección activa, observándose un entorno biológico claramente más favorable que en la cirugía inicial y una consolidación parcial conseguida durante el periodo de fijación externa. Durante el procedimiento se obtuvieron cinco nuevas muestras profundas independientes para estudio microbiológico, todas ellas negativas, sin evidencia microbiológica de persistencia de la infección.

La reconstrucción definitiva se realizó mediante una placa bloqueada PHILOS® de ocho orificios (DePuy Synthes, Oberdorf, Suiza) colocada de forma anterior debido a la morfología y anatomía del paciente por las múltiples intervenciones previas (**figura 3**).

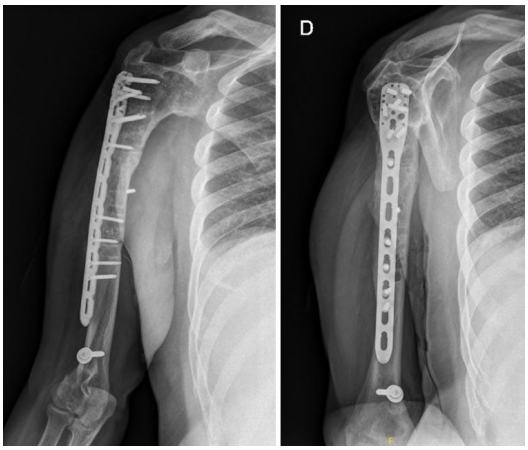



Figura 3. Radiografía de control tras segundo tiempo reconstructivo.

## Seguimiento

La evolución postoperatoria fue satisfactoria, con cicatrización completa de la herida quirúrgica e inicio progresivo del programa de rehabilitación. Como complicación postoperatoria, el paciente presentó una neuroapraxia del nervio radial, atribuida a la importante fibrosis encontrada durante la cirugía, que evolucionó favorablemente con recuperación completa de la función motora y sensitiva a los cuatro meses.

En la última revisión, realizada a los ocho meses de la reconstrucción definitiva, el paciente permanecía sin signos clínicos de recurrencia de la infección. Las radiografías mostraban consolidación completa del foco de pseudoartrosis, con mantenimiento de la alineación y estabilidad del material de osteosíntesis, sin signos de aflojamiento ni fracaso mecánico. Desde el punto de vista funcional, el paciente había recuperado el nivel previo a la fractura periimplante y se había reincorporado a su actividad laboral habitual, manteniendo una función del miembro superior compatible con su artrodesis glenohumeral previa.

## Revisión narrativa de la literatura

Con el objetivo de contextualizar el caso clínico, se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre el tratamiento secuencial de la pseudoartrosis séptica humeral. Se consultaron las bases de datos PubMed/MEDLINE y Scopus utilizando combinaciones de los términos "*humerus*", "*humeral*", "*infected nonunion*", "*septic nonunion*", "*fracture-related infection*", "*staged treatment*", "*two-stage treatment*" y "*reconstruction*". Se seleccionaron publicaciones que describieran específicamente el tratamiento de pseudoartrosis infectadas del húmero mediante una estrategia reconstructiva secuencial o en dos tiempos. Se excluyeron los trabajos referidos exclusivamente a pseudoartrosis asépticas, infecciones sin pseudoartrosis establecida o localizaciones anatómicas distintas del húmero. Asimismo, se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para identificar publicaciones adicionales potencialmente relevantes. Mediante esta estrategia se identificaron ocho publicaciones, cuyas principales características se resumen en la **tabla 1**.

Tabla 1. Estudios publicados sobre el tratamiento secuencial de la pseudoartrosis séptica humeral

| Estudio | Diseño | n | Localización humeral | Microorganismos aislados | Primer tiempo | Segundo tiempo | Consolidación (%) | Seguimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chen et al.[12], 1997 | Serie retrospectiva | 14 | Diáfisis humeral | No especificados | Desbridamiento, secuestrectomía y perlas de antibiótico | Injerto autólogo y fijador externo unilateral tipo Hoffmann | 92,9 % | 73,6 meses de media |
| Gallucci et al.[13], 2007 | Caso clínico | 1 | Diáfisis humeral | No especificado | Fresado medular y varilla de cemento con antibiótico | Placa e injerto de cresta ilíaca | 100 % | 25 meses |
| Ferreira et al.[14], 2012 | Serie prospectiva | 8 | Región supracondílea del húmero | No especificados | Retirada del material, desbridamiento y control de la infección | Fijador circular de Ilizarov | 100 % | 38,6 meses de media |
| Siron et al.[15], 2016 | Caso clínico | 1 | Húmero proximal | *Cutibacterium acnes* | Resección amplia y espaciador de cemento con antibiótico | Artroplastia invertida modular | 100 % | No especificado |

| Estudio | Diseño | n | Localización humeral | Microorganismos aislados | Primer tiempo | Segundo tiempo | Consolidación (%) | Seguimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bigoni et al.[16], 2019 | Caso clínico | 1 | Húmero distal | *Staphylococcus aureus* | Retirada del material y desbridamiento | Peroné vascularizado, injerto de cresta ilíaca y doble placa | 100 % | 24 meses |
| Patel et al.[17], 2019 | Caso clínico | 1 | Diáfisis humeral | Staphylococcus aureus resistente a meticilina (MRSA) | Desbridamiento y primera fase de técnica de Masquelet | Placa de compresión e injerto de cresta ilíaca | 100 % | 12 meses |
| Fisher et al.[18], 2024 | Caso clínico | 1 | Diáfisis humeral, defecto segmentario de 17 cm | MRSA | Resección del foco y espaciador de cemento | Clavo endomedular, doble placa e injerto de cresta illíaca | Consolidación definitiva tras una segunda aportación de injerto* | No claramente especificado |
| Vanpoulle et al.[19], 2024 | Cohorte retrospectiva | 16; 9 tratados en dos tiempos | Diáfisis humeral | Polimicrobiana: predominio de Staphylococcus aureus, estafilococos coagulasa negativos y Cutibacterium acnes; también se aislaron bacilos gramnegativos en algunos pacientes | Técnica de membrana inducida (Masquelet) en dos tiempos | Placa bloqueada e injerto de cresta ilíaca | 75,0 % en la cohorte completa | 47,5 meses de mediana |
| Caso actual | Caso clínico | 1 | Diáfisis humeral, distal a una artrodesis glenohumeral | *Cutibacterium acnes*: 4 de 5 muestras positivas tras 11 días de incubación anaerobia | Desbridamiento radical, retirada del implante y fijador externo monolateral LRS | Placa PHILOS | 100 % | 8 meses tras la reconstrucción definitiva |

## Discusión

La pseudoartrosis séptica humeral representa una de las situaciones más complejas dentro de la cirugía reconstructiva del miembro superior, al coexistir fracaso mecánico de la osteosíntesis, infección persistente y alteración del entorno biológico necesario para la consolidación ósea[1,4,7]. Sin embargo, la singularidad del presente caso trasciende el tratamiento de una pseudoartrosis infectada aislada, ya que combina una fractura periimplante distal a una artrodesis glenohumeral, una infección crónica por *Cutibacterium acnes* y el fracaso de una osteosíntesis previa. Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, esta asociación clínica apenas ha sido descrita en la literatura, lo que dificulta extrapolar estrategias terapéuticas específicas y obliga a fundamentar las decisiones quirúrgicas en los principios generales establecidos para el manejo de las FRI.

En la actualidad, el consenso internacional FRI establece que el tratamiento debe perseguir simultáneamente dos objetivos inseparables: la erradicación de la infección y la restauración de una estabilidad mecánica suficiente para permitir la consolidación ósea [3–7]. La elección entre una estrategia de retención del implante (DAIR) o un procedimiento de recambio depende fundamentalmente de la duración de la infección, la estabilidad del material, la consolidación de la fractura, la viabilidad de las partes blandas y el estado general del paciente. En nuestro caso concurrían varios criterios que desaconsejaban claramente la conservación del implante: la presencia de una fístula activa —criterio confirmatorio de FRI—, el aflojamiento completo de la osteosíntesis, la existencia de una pseudoartrosis establecida y la evolución clínica crónica. En este contexto, la retirada del material y el tratamiento secuencial en dos tiempos representaban la estrategia más coherente con las recomendaciones internacionales.

Uno de los aspectos más relevantes del presente caso fue la decisión de emplear un fijador externo monolateral como método de estabilización temporal. Aunque la fijación externa constituye una herramienta ampliamente consolidada para el tratamiento de las pseudoartrosis infectadas de tibia y fémur, su utilización en el húmero continúa siendo excepcional debido a la menor frecuencia de esta localización y a las particularidades anatómicas del miembro superior. No obstante, en pacientes seleccionados ofrece varias ventajas potenciales: proporciona estabilidad mecánica inmediata tras un desbridamiento agresivo, evita la implantación de nuevo material interno sobre un lecho potencialmente contaminado, facilita el manejo de las partes blandas y permite monitorizar la evolución clínica y microbiológica antes de realizar la reconstrucción definitiva. En nuestro paciente, esta estrategia permitió mantener la alineación del húmero durante el tratamiento antibiótico y favoreció la formación progresiva de callo óseo, de manera que el segundo tiempo quirúrgico pudo realizarse en un entorno biológico claramente más favorable.

La decisión de diferir la reconstrucción definitiva no respondió únicamente al deseo de completar un ciclo antibiótico, sino a la necesidad de reducir al máximo el riesgo de persistencia del biofilm bacteriano antes de implantar un nuevo dispositivo de osteosíntesis. La maduración biológica conseguida durante el periodo de fijación externa permitió convertir un escenario inicialmente dominado por la infección en una situación en la que el principal objetivo pasó a ser la restauración definitiva de la estabilidad mecánica. Este concepto, basado en la secuenciación de prioridades biológicas y biomecánicas, constituye uno de los pilares del tratamiento moderno de las FRI crónicas y probablemente explica una parte importante del éxito obtenido en nuestro caso.

Otro aspecto de especial interés fue el aislamiento de *Cutibacterium acnes*. Este microorganismo se reconoce actualmente como uno de los principales patógenos implicados en la cirugía del hombro debido a su capacidad para colonizar las glándulas sebáceas de la región escapular y formar biofilm sobre implantes ortopédicos[8-11]. Su baja virulencia condiciona una presentación clínica frecuentemente insidiosa, con escasa sintomatología sistémica y elevaciones discretas o incluso normales de los reactantes inflamatorios, lo que favorece retrasos diagnósticos y tratamientos iniciales inadecuados. En este contexto, la obtención de múltiples muestras profundas independientes y la prolongación del tiempo de incubación microbiológica constituyen medidas esenciales para maximizar el rendimiento diagnóstico. En nuestro caso, cuatro de las cinco muestras fueron positivas tras once días de incubación anaerobia, un hallazgo plenamente compatible con el comportamiento microbiológico descrito para este microorganismo y que refuerza la importancia de seguir estrictamente los protocolos diagnósticos recomendados por el grupo FRI.

La antibioterapia dirigida también desempeñó un papel relevante en la evolución favorable del paciente. El tratamiento fue consensuado con el Servicio de Enfermedades Infecciosas atendiendo al perfil de sensibilidad del microorganismo aislado, la excelente biodisponibilidad oral y la adecuada penetración ósea de los fármacos seleccionados, permitiendo completar el tratamiento de forma ambulatoria sin comprometer la eficacia clínica. Este enfoque multidisciplinar coincide con las recomendaciones actuales, que enfatizan la individualización del tratamiento antimicrobiano en función de los hallazgos microbiológicos y de las características del paciente.

La revisión de la literatura identificó únicamente ocho publicaciones que describen estrategias secuenciales para el tratamiento de la pseudoartrosis séptica humeral. Aunque las técnicas reconstructivas empleadas fueron heterogéneas —incluyendo fijación externa, membrana inducida, injertos estructurales, injertos vascularizados y reconstrucciones protésicas—, todas compartían un denominador común: un desbridamiento exhaustivo, el control microbiológico de la infección, la estabilización del foco y una reconstrucción definitiva diferida (**tabla 1**). Estos hallazgos respaldan la idea de que el éxito del tratamiento depende menos de la técnica reconstructiva concreta que del cumplimiento riguroso de los principios biológicos y mecánicos que rigen el manejo de las FRI. En nuestro caso, la consolidación parcial conseguida durante el periodo de fijación externa permitió evitar procedimientos reconstructivos de mayor complejidad, como el transporte óseo, la utilización de injertos vascularizados o la reconstrucción mediante membrana inducida.

El presente caso aporta además un escenario clínico poco representado en la literatura: una pseudoartrosis séptica desarrollada sobre una fractura periimplante distal a una artrodesis glenohumeral. La presencia de una artrodesis modifica la distribución de cargas a lo largo del húmero, incrementa las exigencias biomecánicas sobre el implante y condiciona las opciones reconstructivas disponibles. Aunque estas circunstancias dificultan la extrapolación de resultados obtenidos en pseudoartrosis humerales convencionales, la evolución observada sugiere que los principios del tratamiento de las FRI siguen siendo aplicables incluso en escenarios biomecánicos excepcionalmente complejos.

El presente trabajo presenta varias limitaciones inherentes a su diseño. Se trata de un caso clínico único, con un periodo de seguimiento limitado, lo que restringe la generalización de los resultados. Además, no se recogieron de forma protocolizada escalas funcionales validadas, como el QuickDASH, el Constant Score o la escala visual analógica (EVA), lo que dificulta la cuantificación objetiva de la recuperación funcional y la comparación con otras series publicadas. Asimismo, la baja incidencia de esta entidad impide establecer comparaciones robustas entre las diferentes estrategias reconstructivas descritas. No obstante, precisamente esta rareza confiere interés al caso y justifica su comunicación, ya que contribuye a ampliar la evidencia disponible sobre una situación clínica excepcional para la que actualmente no existen recomendaciones específicas basadas en estudios prospectivos.

Más allá de la técnica reconstructiva empleada, este caso pone de manifiesto que el éxito del tratamiento de la pseudoartrosis séptica humeral depende fundamentalmente del cumplimiento riguroso de los principios biológicos y biomecánicos que sustentan el manejo de las infecciones relacionadas con fracturas. La secuenciación adecuada del desbridamiento, el control microbiológico, la estabilización mecánica y la reconstrucción definitiva parece ser el elemento determinante para obtener resultados satisfactorios, incluso en escenarios reconstructivos excepcionalmente complejos.

## Conclusiones

El tratamiento secuencial en dos tiempos constituye una alternativa eficaz para la pseudoartrosis séptica humeral asociada a infección crónica y fracaso de la osteosíntesis. La combinación de un desbridamiento radical, estabilización temporal mediante fijación externa, antibioterapia dirigida y reconstrucción diferida permitió la erradicación de la infección y la consolidación ósea en un escenario reconstructivo de elevada complejidad.

### Financiación

Los autores declaran que no se recibió financiación para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

### Contribución de autoría

DMN: Conceptualización, Análisis formal, Redacción - revisión y edición, Adquisición de financiación, Validación, Redacción - borrador inicial, Administración

del proyecto, Recursos, Visualización, Investigación, Metodología, Recopilación de datos, Software.

ACF: Conceptualización, Análisis formal, Redacción - revisión y edición, Adquisición de financiación, Validación, Redacción - borrador inicial, Administración del proyecto, Recursos, Visualización, Investigación, Metodología, Supervisión, Recopilación de datos, Software.

JBO: Conceptualización.

DBL: Administración del proyecto, Redacción - borrador inicial, Validación, Adquisición de financiación, Software, Supervisión, Metodología, Investigación, Visualización, Análisis formal, Redacción - revisión y edición.

AOY: Conceptualización, Software, Recopilación de datos, Supervisión, Metodología, Investigación, Recursos.

Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito.

## Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay ningún conflicto de interés comercial o financiero para esta investigación.

## Declaraciones éticas

Los autores declaran que se obtuvo el consentimiento informado por escrito del paciente para la publicación del caso clínico y de las imágenes clínicas y radiológicas asociadas.

## Uso de herramientas de inteligencia artificial

Los autores declaran que no se ha utilizado ninguna herramienta de inteligencia artificial (como ChatGPT, Copilot, Gemini, u otras) en la redacción, análisis o revisión de este artículo.

# Referencias


1. Brinker M, O'Connor D. Management of humeral shaft nonunion. J Am Acad Orthop Surg. 2007;15(9):563-570.
2. Ring D, Jupiter JB, Quintero J, Sanders RA, Marti RK. Atrophic ununited diaphyseal fractures of the humerus with a bony defect: TREATMENT BY WAVE-PLATE OSTEOSYNTHESIS. The Journal of Bone and Joint Surgery British volume. 2000;82-B(6):867-871. Disponible en: https://doi.org/10.1302/0301-620x.82b6.0820867.
3. Metsemakers W, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. Injury. 2018;49(3):505-510. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.08.040.
4. Govaert GAM, Kuehl R, Atkins BL, Trampuz A, Morgenstern M, Obremskey WT, et al. Diagnosing Fracture-Related Infection: Current Concepts and Recommendations. Journal of Orthopaedic Trauma. 2020;34(1):8-17. Disponible en: https://doi.org/10.1097/bot.0000000000001614.
5. Metsemakers WJ, Kuehl R, Moriarty TF, Richards RG, Verhofstad MHJ, Borens O, et al. Infection after fracture fixation: Current surgical and microbiological concepts. Injury. 2018;49(3):511-522. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.09.019.
6. Depypere M, Kuehl R, Metsemakers W-J, Senneville E, McNally MA, Obremskey WT, et al. Recommendations for Systemic Antimicrobial Therapy in Fracture-Related Infection: A Consensus From an International Expert Group. Journal of Orthopaedic Trauma. 2020;34(1):30-41. Disponible en: https://doi.org/10.1097/bot.0000000000001626.
7. Moriarty TF, Metsemakers W-J, Morgenstern M, Hofstee MI, Vallejo Diaz A, Cassat JE, et al. Fracture-related infection. Nature Reviews Disease Primers. 2022;8(1). Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41572-022-00396-0.
8. Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic-Joint Infections. New England Journal of Medicine. 2004;351(16):1645-1654. Disponible en: https://doi.org/10.1056/nejmra040181.
9. Achermann Y, Goldstein EJC, Coenye T, Shirtliff ME. Propionibacterium acnes: from Commensal to Opportunistic Biofilm-Associated Implant Pathogen. Clinical Microbiology Reviews. 2014;27(3):419-440. Disponible en: https://doi.org/10.1128/cmr.00092-13.
10. Portillo ME, Corvec S, Borens O, Trampuz A. *Propionibacterium acnes*: An Underestimated Pathogen in Implant-Associated Infections. BioMed Research International. 2013;2013:1-10. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2013/804391.
11. Hsu JE, Bumgarner RE, Matsen FA. Propionibacterium in Shoulder Arthroplasty: What We Think We Know Today. Journal of Bone and Joint Surgery. 2016;98(7):597-606. Disponible en: https://doi.org/10.2106/jbjs.15.00568.
12. Chen C-Y, Ueng SW-N, Shih C-H. Staged Management of Infected Humeral Nonunion. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care. 1997;43(5):793-798. Disponible en: https://doi.org/10.1097/00005373-199711000-00010.
13. Gallucci G, Donndorff A, Boretto J, Constantini J, De Carli P. Infected nonunion of the humerus treated with an antibiotic cement rod. Case report. Chirurgie de la Main. 2007;26(4-5):243-246. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.main.2007.07.006.

14. Ferreira N, Marais LC, Serfontein C. Two stage reconstruction of septic non-union of the humerus with the use of circular external fixation. Injury. 2016;47(8):1713-1718. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.06.014.

15. Siron A, Mabit C, Marcheix PS. Two-stage reverse shoulder arthroplasty for septic nonunion of the proximal humerus: A case report. Orthop Traumatol Surg Res. 2016;102(3):393-396.

16. Bigoni M, Turati M, Arnoldi M, Omeljaniuk R, Peri Di Caprio A, Del Bene M. Distal humeral septic non-union treated with debridement and vascularized fibular transfer: case report and review of the literature. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2019;23 (2 Suppl):12-18. Disponible en: https://doi.org/10.26355/eurrev_201904_17469.

17. Patel RM, Miller AN. Successful Fixation of a Tuberculous Nonunion of the Humeral Shaft: A Case Report. JBJS Case Connector. 2019;9(1):e19-e19. Disponible en: https://doi.org/10.2106/jbjs.cc.18.00208.

18. Fisher ND, Konda SR. Infected humeral shaft nonunion treatment with the induced membrane technique and a novel fixation construct: a case report. OTA International. 2023;7(1). Disponible en: https://doi.org/10.1097/oi9.0000000000000285.

19. Vanpoulle G, Jalaguier T, Druel T, Walch A, Gazarian A, Mathieu L. Treatment of infected humeral shaft nonunion and presumed aseptic nonunion with positive intraoperative cultures: a retrospective single-center study. European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2024;50(6):2947-2954. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00068-024-02617-5.