



ISSN 2007 - 8560



# Orthotips AMOT 2024 4

Vol. 20, número 4. Octubre - Diciembre

Órgano Oficial de Difusión Científica de la Federación  
Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología, A.C.  
FEMECOT



# FEMECOT 2024

## Cancún Center. México



### CONGRESO MEXICANO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

15 AL 19 DE OCTUBRE



British Orthopedic Association  
Sociedad Invitada



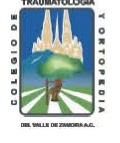
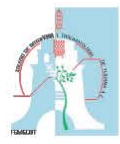
REGISTRO EXCLUSIVO EN LÍNEA





En México, todos somos  
**FEMECOT**





¡En México, todos somos FEMECOT!

# Sienna®

**COLÁGENO NATIVO TIPO II  
SIN DESNATURALIZAR, ASTAXANTINA Y  
OMEGA 3 (DHA y EPA)**



**Caja con  
30 cápsulas**  
de gelatina blanda

## Ingredientes activos

Colágeno Nativo Tipo II

Astaxantina

Omega 3

## Contenido por porción

40 mg

4 mg

300 mg

Este producto no es un medicamento.  
El consumo de este producto es responsabilidad de quien lo recomienda y de quien lo usa.  
No. de permiso COFEPRIS: 233300201A2206  
Código SAP: 611724

**SUPLEMENTO ALIMENTICIO**





### Guía rápida del manuscrito para publicación

De manera general, el manuscrito debe cumplir con los siguientes requisitos:

La extensión máxima deberá ser de 15 cuartillas.

### Información y documentos para incluir en la plataforma

1. Agregar en el editor electrónico cada apartado del manuscrito.
2. Cesión de derechos (PDF).
3. Conflicto de intereses (PDF).
4. Aprobación del Comité de Bioética de la institución correspondiente en el caso de estudios clínicos y experimentales (PDF). Con excepción de los artículos de historia de la ortopedia y reportes de caso.

Una vez confirmado que el manuscrito se ha apegado a las instrucciones para los autores, deberá ser enviado a través de la plataforma:

<https://revision.medigraphic.com/RevisionOrthotips>

### Preparación del manuscrito

#### Artículo original

1. Título
2. Resumen estructurado (español e inglés)
3. Palabras clave/Keywords
4. Introducción
5. Material y métodos
6. Métodos estadísticos
7. Resultados
8. Discusión
9. Tablas e ilustraciones
10. Bibliografía

#### Artículo de revisión

1. Título
2. Resumen (español e inglés)
3. Palabras clave/Keywords
4. Introducción
5. Capítulos específicos sobre el tema
6. Discusión (opcional)
7. Conclusiones
8. Bibliografía

### Reporte de caso

1. Título
2. Resumen (español e inglés)
3. Palabras clave/Keywords
4. Introducción
5. Presentación del caso
6. Discusión
7. Conclusión
8. Bibliografía
9. Anexos

### Declaración de posición

1. Título
2. Resumen (español e inglés)
3. Palabras clave/Keywords
4. Introducción
5. Objetivos
6. Material y métodos
7. Resultados
8. Discusión
9. Conclusiones
10. Bibliografía
11. Anexos

### Cartas al editor

Sólo se aceptan cartas al editor por invitación.

### Historia de la ortopedia

Aspectos históricos de relevancia en cualquier área de la Ortopedia y Traumatología.

1. Introducción
2. Bibliografía
3. Figuras y/o tablas o fotografías

Al momento de la inscripción del manuscrito, el autor y los coautores deberán contar con su ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*), para lo cual pueden acceder de manera gratuita en el enlace: <https://orcid.org/register>

Deberá descargar los siguientes documentos: a) hoja de conflicto de intereses y b) hoja de cesión de derechos, mismas que deberá imprimir, llenar y escanear para subir a la plataforma, junto con el manuscrito y la hoja de autorización del protocolo.

**Nota:** al momento de ingresar el manuscrito a la plataforma de Orthotips en Medigraphic, se sugiere utilizar navegador «Chrome», ya que la plataforma funciona mejor.



# FEDERACIÓN MEXICANA DE COLEGIOS DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA, A.C. (FEMECOT)

## Orthotips AMOT

Órgano Oficial de Difusión Científica de la  
Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología, A.C. (FEMECOT)

### DIRECTORIO

#### Editor Ejecutivo

- Dr. Darío Esaú Garín Zertuche  
(Tijuana, Baja California)

#### Editor en Jefe

- Dr. Med. José Félix Vilchez Cavazos  
(Monterrey, Nuevo León)

#### Editor Emérito

- Dr. Víctor Toledo Infanson

#### Comité Editores Asociados

- Dr. Víctor Toledo Infanson  
(Agua Prieta, Sonora) *Coordinador*
- Dr. José Alfredo Penagos Paniagua  
(Mexicali, Baja California) *Co-editor Zona Noroeste*
- Dr. Aldo Fidel Izaguirre Hernández  
(Tampico, Tamaulipas) *Co-editor Zona Noreste*
- Dr. Israel Gutiérrez Mendoza  
(Aguascalientes, Aguascalientes)  
*Co-editor Zona Centro*
- Dr. José Manuel Pérez Atanasio  
(Querétaro, Querétaro) *Co-editor Zona Suroeste*
- Dr. Drusso López Estrada  
(Villahermosa, Tabasco) *Co-editor Zona Sureste*

#### Consejo Editorial

- Dr. Ramiro Padilla Gutiérrez  
(Guadalajara, Jalisco)  
*Expresidente de la FEMECOT*
- Dr. Juan Ramón Cisneros Ochoa  
(Guadalajara, Jalisco)  
*Expresidente de la FEMECOT*
- Dr. José Máximo Gómez Acevedo  
(Guadalajara, Jalisco)  
*Expresidente de la FEMECOT*

#### Comité Editorial Nacional

- Dr. Ulises Martínez de León (Veracruz, Veracruz) *Trauma*
- Dr. Julián Guerra Pérez (Monterrey, Nuevo León) *Cadera*
- Dr. Roberto Chapa Sosa (Monterrey, Nuevo León) *Columna*
- Dr. Douglas Rodolfo Colmenares Bonilla (León, Guanajuato) *Ortopedia Pediátrica*
- Dr. Fernando Hiramuro Shoji (Guadalajara, Jalisco) *Hombro y Codo*
- Dr. Luis Felipe Hermida Galindo (Tlalnepantla, Estado de México) *Pie y Tobillo*
- Dr. José Luis Aguilar Arceo (Tijuana, Baja California) *Mano*
- Dr. Luis Enrique Pérez Chávez (Cuernavaca, Morelos) *Rodilla*
- Dr. Rodolfo Sánchez Ayala (Morelia, Michoacán) *Ortopedia Regenerativa*
- Dr. Armando Morfín Padilla (Ensenada, Baja California) *Tumores*
- Dr. Emmanuel Díaz de León Miranda (San Luis Potosí, San Luis Potosí)  
*Traumatología Deportiva*
- Dra. Erika Iliana Arana Hernández (Guadalajara, Jalisco) *Mujeres en Ortopedia*
- Dr. Víctor Toledo Infanson (Agua Prieta, Sonora) *Investigación*
- Dr. José Luis Martínez Guevara (Monterrey, Nuevo León) *Medicina Legal*
- Dr. Roberto Enrique López Cervantes (Guadalajara, Jalisco)  
*Osteoporosis y Fracturas por Fragilidad*
- Dr. Marco Aurelio Chávez Cadena (Veracruz, Veracruz) *Biomateriales y Nuevas Tecnologías*
- Dr. Leonardo López Almejo (Aguascalientes, Aguascalientes) *Plexo Braquial y Nervio*
- Dr. Didier Gómez Trujillo (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas) *Historia y Arte*

#### Comité Editorial Internacional

- Dr. Ernesto Bersusky  
*Editor de la Revista Argentina de Ortopedia y Traumatología, Buenos Aires, Argentina*
- Dr. Helton Luiz Aparecido Defino  
*Editor de la revista Coluna/Columna, Sao Paulo, Brasil*
- Dr. Iván Julio Salce Cutipa  
*Editor de la Revista Peruana de Ortopedia y Traumatología, Lima, Perú*
- Dr. Jong-Beom Park  
*Editor de la Revista Asian Spine Journal, Seul, Corea del Sur*
- Dr. José Luis Osma Rueda  
*Editor de la Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología, Colombia*
- Dr. Osvaldo García Martínez  
*Editor de la Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología, La Habana, Cuba*
- Dr. Pedro Luis Bazán  
*Officer Regional AOSpine, La Plata, Argentina*
- Dr. Ratko Yurac Barrientos  
*Servicio Ortopedia y Traumatología Clínica Alemana de Santiago de Chile*
- Dra. Amparo Gómez Gelvez  
(Bogotá, Colombia)
- Dra. Claudia Marcela Medina Monje  
(Medellín, Colombia)
- Dra. María Amparo Godoy Montijano  
(Granada, España)

#### Comité de Edición

- Dr. Med. Carlos Alberto Acosta Olivo (Monterrey, Nuevo León) *Coordinación de Edición*

#### Editores anteriores

Dr. Víctor Toledo Infanson  
Dr. José María Jiménez Ávila

### Objetivos

- a) Publicar la experiencia de profesores nacionales y extranjeros mediante conferencias, entrevistas académicas, opiniones y eventualmente trabajos de investigación.
- b) Generar un banco de preguntas que permita al lector autoanalizar su nivel de conocimiento en el tema.
- c) Proponer temas de investigación para médicos residentes.

### Órgano Oficial de Difusión Científica y Publicación Colaboradora de las Revistas

**Revista Argentina de Ortopedia y Traumatología**  
Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología

**Revista Brasileira de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia

**Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología

**Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología

**Revista Española de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

**Acta Ortopédica Mexicana**  
Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología

**Revista Peruana de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Peruana de Ortopedia y Traumatología

**Revista Dominicana de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Dominicana de Ortopedia y Traumatología

**Revista Venezolana de Ortopedia y Traumatología**  
Sociedad Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatología

**Orthotips.** Vol. 20, No. 4, Octubre-Diciembre 2024. Es una publicación trimestral editada y distribuida por la Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología, A.C. (FEMECOT) Juana de Arco No. 205, Col. Vallarta Norte, 44690, Guadalajara, Jalisco, México. Tel. +52 (33) 3616-6684, 3316-9377, 3616-7977, [www.femecot.org.mx](http://www.femecot.org.mx). Editor responsable: Dr. Med. José Félix Vilchez Cavazos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo N° 04-2013-111911403500-102. ISSN 2007-8560. Certificado de Licitud de Título y Contenido N°15470, este último otorgado por la Secretaría Técnica de la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Arte, diseño, composición tipográfica, pre prensa, impresión y acabado por **Graphimedic, SA de CV**, Coquimbo 936, Col. Lindavista, 07300. Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México. Correo electrónico: [revista.femecot@femecot.com](mailto:revista.femecot@femecot.com). Este número se terminó de imprimir el 03 de Octubre de 2024, con un tiraje de 3,000 ejemplares. El contenido de los artículos, así como las fotografías, son responsabilidad exclusiva de los autores. La reproducción parcial o total sólo podrá hacerse previa autorización del editor de la revista. Toda correspondencia debe ser dirigida al editor responsable al correo electrónico: [revista.femecot@femecot.com](mailto:revista.femecot@femecot.com)



## EDITORIAL / EDITORIAL

- 220 **¿Debemos seguir escribiendo en español?**  
*Should we keep writing in Spanish?*  
Víctor Toledo-Infanson

## ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES

- 221 **Eficacia y consideraciones económicas del ácido tranexámico oral versus intravenoso en la reducción de la pérdida sanguínea postoperatoria en artroplastia total de cadera y rodilla: un estudio ambispectivo en población de bajo nivel socioeconómico**  
*Efficacy and economic considerations of oral versus intravenous tranexamic acid in reducing postoperative blood loss in total hip and knee arthroplasty: an ambispective study in a low socioeconomic population*  
Eduardo Ernesto Vallejo Gómez, Guillermo Bobadilla Lescano, Felipe Amador Martínez Escalante, Ángel de Jesús Balam May, Fabiola Oropeza Bonfanti, Felipe Cámara Arrigunaga
- 228 **Epidemiología y evolución clínica de las lesiones de rodilla flotante en un hospital de tercer nivel**  
*Epidemiology and clinical evolution of floating knee injuries in a tertiary referral hospital*  
Victor M Peña-Martínez, José Ramón Padilla-Medina, Mario Simental-Mendía, Carlos A Acosta-Olivo
- 234 **Diagnóstico y tratamiento de tumores de tejidos blandos de la mano en la población del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío**  
*Diagnosis and treatment of soft tissue tumors of the hand in the population of the Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío*  
Luis Enrique Sánchez Gutiérrez, José Antonio Robles García, Omar Amaro Mendoza

## CASO CLÍNICO / CLINICAL CASE

- 244 **Fibroma condromixóide de la clavícula. Aporte de caso y propuesta de clasificación para resecciones claviculares**  
*Chondromyxoid fibroma of the clavicle. Case contribution and classification proposal for clavicular resections*  
Luis Jair Sánchez-Torres, Edgar Iván Dávila Hernández, María Fernanda Jiménez García, Perla Lidia Pérez Pineda, María Magdalena Chávez Reyna

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW

- 250 **Orthotips, tres décadas de publicación científica**  
*Orthotips, three decades of scientific publication*  
Víctor Toledo-Infanson
- 255 **Sacroileítis: una patología poco entendida**  
*Sacroileitis: a little understood pathology*  
Francisco Alberto Rivas-Sandoval, Ignacio Soto Juárez, Antonio Hazael Vallejo G, Luis Miguel Soria Ibarra, Luz Andrea Verduzco Hernández
- 262 **Tumor óseo de células gigantes, tratamiento y diagnóstico: revisión de la literatura**  
*Giant cell bone tumor, treatment and diagnosis: literature review*  
Raúl Aragón Delgado, Gustavo Rivera Saldívar
- 273 **Cómo realizar un cartel científico paso a paso en traumatología y ortopedia**  
*How to make a step-by-step scientific poster in traumatology and orthopedic*  
Alejandro Fabricio Pérez Morales, Jerónimo Isidro Lepe López, María Teresita de Jesús Morales Ortega, Manuel Alejandro Pérez Cisneros

## DECLARACIÓN DE POSICIÓN / POSITION STATEMENT

- 287 **Propuesta de clasificación y algoritmo del manejo ortobiológico de las pérdidas óseas. Nuevo enfoque terapéutico**  
*Classification and algorithm proposal for the orthobiological management of bone loss. New therapeutic approach*  
Rodolfo Sánchez Ayala, Israel Gutiérrez Mendoza, Miriam Astrit Barriga Magaña, Rafael Reyes Pantoja, José Fernando Izquierdo Moncayo, Luis Padilla Rojas, Juan Antonio Silva Méndez, Eder Askary Méndez Cerda, Darío Esaú Garín Zertuche



## ¿Debemos seguir escribiendo en español?

*Should we keep writing in spanish?*

Victor Toledo-Infanson\*

\*Cirujano Ortopedista, Coordinador del Comité Editorial de la FEMECOT, Editor Emérito de la Revista Orthotips AMOT.  
ORCID: 0000-0002-1137-1398

Nuestro órgano oficial de difusión científica Orthotips AMOT es una publicación trimestral que se ha mantenido vigente desde el año 2005. En el sitio web de la revista encontramos que se han publicado de forma ininterrumpida 76 números y más de 600 manuscritos científicos.<sup>1</sup>

Desde su creación, la publicación se ha ido transformando hasta llegar a lo que es hoy, un referente en la literatura médica en habla hispana dentro del área de la ortopedia y traumatología.

Es innegable que la lengua inglesa se ha convertido en una suerte de idioma universal de la ciencia, que le permite a investigadores de todas partes del mundo compartir ideas, descubrimientos y opiniones. Sin embargo, esto no fue siempre así, ya que muchos textos científicos fundamentales de hace 100 o más años están escritos en alemán, ruso, japonés o chino.<sup>2</sup>

Las bases de datos de publicaciones científicas más relevantes a nivel internacional como *Web of Science* y *Scopus*, reportan que entre 80 y 95% de las revistas reseñadas en estos índices publican sólo artículos en inglés. Es bien sabido que el uso de este idioma aumenta la visibilidad de las publicaciones.<sup>3</sup>

En sus comienzos, nuestra revista optó por publicarse exclusivamente en español. Esto se debió a que Orthotips tenía un objetivo específico: las escasas revistas disponibles en México y a nivel global exigían que cualquier publicación cumpliera con los rigurosos estándares del método científico. En aquel entonces, la mayoría de los escritos carecían de la evidencia necesaria para ser considerados aptos para su publicación.<sup>4</sup>

Al igual que la Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología (FEMECOT), Orthotips

AMOT, ha pasado por un afortunado proceso de crecimiento y madurez que hoy reclama una mejora continua, con el fin de que la evidencia científica que se genera en nuestros centros de investigación, universidades y hospitales pueda ser aplicada para el beneficio de nuestros pacientes y leída en cualquier latitud de nuestro mundo globalizado.

El proceso de modernización de nuestro órgano oficial de difusión científica nunca se ha detenido, pronto serán evidentes los cambios que transformen a Orthotips en un medio de difusión adecuada a los tiempos de la FEMECOT, que permita seguir cumpliendo con su principal objetivo: un foro para la publicación de nuestra experiencia, con una nueva visión y apertura al mundo.

Para lograrlo habrá que hacer modificaciones trascendentales que nos permitan hacer atractiva nuestra publicación para los investigadores y los clínicos y lograr incrementar su influencia para posicionarla dentro de los principales índices de referencia de la literatura médica actual, pero manteniendo siempre nuestra identidad y nuestra esencia.

### Referencias

1. Orthotips AMOT. Medigraphic.com. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/publicaciones.cgi?IDREVISTA=72>
2. BBC News Mundo. Cómo el inglés se convirtió en la lengua "universal" de la ciencia y por qué en el futuro puede dejar de serlo. BBC. 2019. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49610224>
3. Pire CR. Bioagro y el idioma de la publicación científica. *Bioagro*. 2015; 27(2): 64.
4. Espinosa UE. ¿Por qué Orthotips, cuándo y cómo? *Orthotips*. 2022; 18(3): 190-191.

#### Correspondencia:

Victor Toledo-Infanson

E-mail: [dr.victor.toledo@gmail.com](mailto:dr.victor.toledo@gmail.com)

Citar como: Toledo-Infanson V. ¿Debemos seguir escribiendo en español? *Orthotips*. 2024; 20 (4): 220. <https://dx.doi.org/10.35366/117674>



# Eficacia y consideraciones económicas del ácido tranexámico oral versus intravenoso en la reducción de la pérdida sanguínea postoperatoria en artroplastia total de cadera y rodilla: un estudio ambispectivo en población de bajo nivel socioeconómico

*Efficacy and economic considerations of oral versus intravenous tranexamic acid in reducing postoperative blood loss in total hip and knee arthroplasty: an ambispective study in a low socioeconomic population*

Eduardo Ernesto Vallejo Gómez,<sup>\*,‡</sup> Guillermo Bobadilla Lescano,<sup>\*,‡</sup> Felipe Amador Martínez Escalante,<sup>\*,‡</sup> Ángel de Jesús Balam May,<sup>§</sup> Fabiola Oropeza Bonfanti,<sup>\*,‡</sup> Felipe Cámara Arrigunaga<sup>\*,¶</sup>

<sup>\*</sup>Hospital de Ortopedia Peninsular, Mérida, Yucatán, México; <sup>‡</sup>Servicio de Reconstrucción Articular y Artroscopia; <sup>¶</sup>Servicio de Reconstrucción Articular y Artroscopia, Jefe de Servicio de Cirugía Articular; <sup>§</sup>Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.

## Resumen

**Introducción:** el ácido tranexámico (ATX) es reconocido por su eficacia en reducir la pérdida sanguínea en artroplastias de cadera y rodilla. Existe un debate continuo sobre cuál es la forma óptima de administración. **Objetivo:** evaluar la eficacia y el impacto económico del ácido tranexámico oral versus intravenoso en la reducción de la pérdida de hemoglobina postoperatoria en pacientes de bajo nivel socioeconómico. **Material y métodos:** este estudio observacional, descriptivo y ambispectivo se llevó a cabo en Mérida, Yucatán, entre mayo de 2022 y junio de 2023. Se incluyeron pacientes programados para artroplastia de cadera o de rodilla asignados de forma aleatoria a tres grupos: ácido tranexámico intravenoso (1 g en 100 ml de NaCl), ácido tranexámico oral (1,950 mg) y un grupo control sin ácido tranexámico. **Resultados:** el grupo intravenoso registró la menor pérdida sanguínea postoperatoria (229.302 ml) y disminución de hemoglobina (2.48 g/dl). El grupo oral presentó una pérdida sanguínea de 303.125 ml y una disminución de hemoglobina de 2,022 g/dl, mientras que el grupo control tuvo los valores más altos con 421.429 ml y 3,621 g/dl, respectivamente. El costo del tratamiento oral fue de \$7.82 USD comparado con \$98.77 USD del intravenoso. **Conclusión:** tanto el ácido tranexámico oral como el intravenoso son efectivos para reducir la pérdida de sangre en artroplastia de cadera y artroplastia de rodilla. La administración oral del ácido tranexámico emerge como una alternativa costo-efectiva que resulta relevante en especial para pacientes de bajo nivel socioeconómico.

**Palabras clave:** ácido tranexámico, artroplastia de reemplazo de rodilla, artroplastia de reemplazo de cadera, hemorragia postoperatoria.

**Nivel de evidencia:** III A

## Abstract

**Introduction:** tranexamic acid (TXA) is recognized for its efficacy in reducing blood loss in hip and knee arthroplasties. There is an ongoing debate about the optimal method of administration. **Objective:** to evaluate the efficacy and economic impact of oral versus intravenous tranexamic acid in reducing postoperative hemoglobin loss in patients of low socioeconomic status. **Material and methods:** this observational, descriptive, and ambispective study was conducted in Mérida, Yucatán, between May 2022 and June 2023. Patients scheduled for hip or knee arthroplasty were randomly assigned to three groups: intravenous tranexamic acid (1 g in 100 ml of NaCl), oral

## Correspondencia:

Eduardo Ernesto Vallejo Gómez

**E-mail:** eduardovg.uam@gmail.com

**Citar como:** Vallejo GEE, Bobadilla LG, Martínez EFA, Balam MÁJ, Oropeza BF, Cámara AF. Eficacia y consideraciones económicas del ácido tranexámico oral versus intravenoso en la reducción de la pérdida sanguínea postoperatoria en artroplastia total de cadera y rodilla: un estudio ambispectivo en población de bajo nivel socioeconómico. Orthotips. 2024; 20 (4): 221-227. <https://dx.doi.org/10.35366/117675>

Recibido: 12/12/2023. Aceptado: 16/05/2024.

tranexamic acid (1,950 mg), and a control group without tranexamic acid. **Results:** the intravenous group recorded the lowest postoperative blood loss (229.302 ml) and hemoglobin decrease (2.48 g/dl). The oral group showed a blood loss of 303.125 ml and a decrease in hemoglobin of 2,022 g/dl, while the control group had the highest values with 421.429 ml and 3,621 g/dl, respectively. The cost of oral treatment was \$7.82 USD compared to \$98.77 USD for intravenous administration. **Conclusion:** both oral and intravenous tranexamic acid are effective in reducing blood loss in hip and knee arthroplasty. Oral administration of tranexamic acid emerges as a cost-effective alternative, especially relevant for patients of low socioeconomic status.

**Keywords:** tranexamic acid, knee replacement arthroplasty, hip replacement arthroplasty, postoperative hemorrhage.

**Level of evidence:** III A

## Introducción

El manejo eficiente de la pérdida sanguínea durante y después de procedimientos quirúrgicos ortopédicos, en especial en la artroplastia total de cadera y rodilla, se ha convertido en un pilar fundamental para optimizar los resultados postoperatorios y minimizar las complicaciones asociadas con la necesidad de transfusiones sanguíneas. En un estudio prospectivo liderado por Donat R Spahn, se observó que la prevalencia de anemia postoperatoria alcanzaba 51% entre los pacientes sometidos a estas intervenciones, con una pérdida media de hemoglobina cercana a los 3 g/dl.<sup>1</sup> Además, el trabajo de Kim y colaboradores subraya como las transfusiones sanguíneas incrementan de manera significativa el riesgo de infecciones en el sitio quirúrgico, evidenciando un aumento de la prevalencia de estas complicaciones de 2.88% en pacientes transfundidos y 1.74% en aquellos que no lo fueron,<sup>2</sup> lo que pone de relieve la importancia de estrategias efectivas para la gestión de la pérdida de sangre.

En este contexto, el ácido tranexámico (ATX), un potente inhibidor fibrinolítico, ha demostrado ser una herramienta valiosa. La eficacia del ácido tranexámico se basa en su capacidad para inhibir de manera competitiva y reversible la unión del receptor de lisina en el plasminógeno, lo que impide la formación de plasmina y por ende, favorece la estabilización de la matriz de fibrina.<sup>3,4</sup> Según Grassin-Delyle y colegas, el ácido tranexámico que se administra por vía oral alcanza concentraciones terapéuticas en tan solo 66 minutos, manteniendo su acción alrededor de 2.7 horas,<sup>5</sup> que respalda su uso según protocolos actuales. Los estudios realizados por Yang y asociados, así como el ensayo controlado, doble ciego y aleatorizado de Luo y colaboradores, han confirmado no sólo la seguridad y eficacia del ácido tranexámico para reducir la pérdida de sangre asociada a la artroplastia total de cadera y rodilla, sino también que su administración oral ofrece be-

neficios comparables a la aplicación intravenosa y tópica, pero con un coste menor.<sup>6-8</sup>

A pesar del amplio respaldo a la efectividad del ácido tranexámico, existe aún una notable discordancia en la literatura científica respecto a la vía de administración más eficaz y asequible, en especial considerando el contexto de la artroplastia total de cadera y rodilla. Dicha discordancia señala un vacío en el conocimiento que el presente estudio busca abordar, con el objetivo de determinar el impacto económico y la efectividad del ácido tranexámico oral versus intravenoso en la artroplastia total de cadera y rodilla, poniendo especial énfasis en una población de bajo nivel socioeconómico.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y ambispectivo en el Hospital de Ortopedia, Cruz Roja, Mérida, Yucatán, entre mayo de 2022 y junio de 2023. El objetivo fue comparar la eficacia del ácido tranexámico administrado por vía oral versus intravenosa en la reducción de la pérdida de hemoglobina postoperatoria en pacientes sometidos a artroplastia total de cadera y rodilla. De manera adicional, se evaluó el impacto económico del uso del ácido tranexámico oral en pacientes de origen maya con nivel socioeconómico bajo.

Criterios de inclusión y exclusión: fueron elegibles pacientes diagnosticados con osteoartritis de cadera o rodilla, osteonecrosis de la cabeza femoral o fracturas intracapsulares de cadera, programados para artroplastia de cadera o rodilla unilateral primaria. Se excluyeron pacientes con cirugía de revisión, artroplastia bilateral, artroplastia de cadera primaria complicada con osteotomía, prótesis unicompartmental de rodilla, antecedentes de trombosis venosa profunda, embolia pulmonar, tratamiento anticoagulante activo, disfunción hepática o renal preoperatoria, comorbilidades cardíacas y/o cerebrovasculares graves, o alergias conocidas al ácido tranexámico.



## **Grupos de estudio y aplicación del fármaco**

Los pacientes se asignaron a uno de tres grupos:

1. Grupo intravenoso (grupo 1): recibió una ampolla de 500 mg de ácido tranexámico diluido en 100 ml de NaCl antes de la incisión y otra durante el cierre.
2. Grupo oral (grupo 2): recibió tres tabletas de 650 mg (1,950 mg) de ácido tranexámico oral dos horas antes de la incisión.
3. Grupo control (grupo 3): no recibió ácido tranexámico.

## **Procedimientos quirúrgicos**

Las artroplastias de cadera fueron realizadas por el mismo cirujano utilizando un abordaje lateral directo y prótesis de marcas reconocidas sin cementar; las de rodilla se llevaron a cabo mediante abordaje parapatelar medial por tres cirujanos diferentes, utilizando prótesis de marcas similares. Todos los pacientes recibieron bloqueo subaracnoideo.

## **Detalles de la intervención**

Los participantes recibieron ácido tranexámico según la asignación del grupo: intravenoso (una ampolla de 500 mg diluida en 100 ml de NaCl) u oral (tres tabletas de 650 mg). Las intervenciones preoperatorias incluyeron ayuno y preparación estándar de la piel, mientras que las postquirúrgicas consistieron en manejo del dolor, profilaxis tromboembólica y rehabilitación temprana. La intervención fue suministrada por el equipo quirúrgico del hospital, realizándose una única vez y con una duración específica hasta el cierre de la herida quirúrgica. No se planificó la personalización de la intervención, pero se permitieron ajustes según la necesidad clínica. La adherencia a la intervención se monitorizó mediante registros médicos.

## **Manejo postoperatorio**

Siguiendo el protocolo establecido, se administró celecoxib, metamizol y tramadol para el manejo del dolor. Se inició profilaxis tromboembólica con enoxaparina 12 horas después de la cirugía y se continuó con ácido acetil salicílico de liberación extendida en manejo ambulatorio tras el alta.

## **Recopilación y análisis de datos**

Se tomaron biometrías hemáticas a las 24 horas postoperatorias, registrando los valores pre y postoperatorios de hemoglobina, cualquier complicación durante la cirugía, comorbilidades, dosis y vía de administración del ácido tranexámico, tiempo quirúrgico y sangrado postoperatorio en una base de datos Excel de Microsoft® para su posterior análisis.

## **Aspectos éticos**

Se obtuvo la aprobación ética del comité correspondiente, asegurando el consentimiento informado de todos los participantes y la protección de sus datos personales de acuerdo con los principios éticos para la investigación médica en humanos, tal como se señala en la Declaración de Helsinki.

## **Análisis estadístico**

Se realizó una muestra no aleatoria y por conveniencia. Los datos fueron analizados utilizando el *software* Jamovi Stats Open®. Las variables numéricas se describieron mediante medias y desviaciones estándar, mientras que las categóricas se presentaron como frecuencias y porcentajes. Para el análisis bivariado, se aplicó la prueba de  $\chi^2$  de Pearson para asociaciones y ANOVA de una vía para comparaciones de medias entre grupos. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. De manera adicional se reportó el índice del tamaño del efecto mediante la diferencia de medias y su intervalo de confianza de 95%.

La eficacia de la intervención se definió de forma teórica como la reducción en la pérdida de hemoglobina postoperatoria y operacional mediante la comparación de los valores pre y postoperatorios de hemoglobina. La temporalidad de la evaluación de los desenlaces se estableció en las primeras 24 horas después de la cirugía, coincidiendo con el pico esperado de pérdida sanguínea postoperatoria.

## **Resultados**

### **Demografía y características basales de los participantes**

El estudio inició con la revisión de expedientes clínicos de 91 pacientes programados para artroplas-

tía de cadera y rodilla en el Hospital de Ortopedia, Cruz Roja, Mérida, Yucatán. Tras aplicar criterios de exclusión, quedaron 89 sujetos válidos para el análisis: 68 mujeres (76.4%) y 21 hombres (23.6%). La distribución por grupo fue la siguiente: 43 pacientes en el grupo 1 (intravenoso), 32 en el grupo 2 (oral) y 14 en el grupo 3 (control). La edad promedio de los participantes fue de 64.88 años (desviación estándar  $\pm$  10.97), y se realizaron 62 artroplastias de rodilla primarias (69.66%) y 27 artroplastias de cadera primarias (30.33%).

### Análisis de hemoglobina y pérdida sanguínea postoperatoria

Los niveles promedio de hemoglobina prequirúrgica mostraron poca variación entre los grupos, siendo de 12,684 g/dl para el grupo 1 (DE  $\pm$  1.25), 12,744 g/dl para el grupo 2 (DE  $\pm$  1.23) y 12,936 g/dl

para el grupo 3 (DE  $\pm$  1.20). Después de la cirugía, los niveles promedio de hemoglobina disminuyeron a 10,195 g/dl en el grupo 1 (DE  $\pm$  1.20) 10,722 g/dl en el grupo 2 (DE  $\pm$  1.24) y 9,314 g/dl en el grupo 3 (DE  $\pm$  1.22), indicando una reducción de 2.48 g/dl, 2,022 y 3,621 g/dl, respectivamente (Figura 1). En términos de pérdida sanguínea postoperatoria, se observaron datos de 229.302 ml para el grupo 1, 303.125 ml para el grupo 2 y 421.429 ml para el grupo 3.

### Costo del tratamiento

El análisis de costos reveló una diferencia significativa entre las modalidades de tratamiento, siendo el costo del tratamiento oral de \$7.82 USD, comparado con \$98.77 USD para la administración intravenosa, resultando en una diferencia sustancial de \$90.95 USD entre ambas modalidades.

**Tabla 1: Control de hemoglobina preoperatoria y postoperatoria en los tres grupos de estudio.**

Grupo	Hemoglobina (g/dl)			Sangrado postoperatorio (ml)
	Preoperatoria	Postoperatoria	Disminuida	
Intravenoso	12.684	10.195	2.48	229.302
Vía oral	12.744	10.722	2.022	303.125
Control	12.936	9.314	3.621	421.429

La disminución de hemoglobina y el volumen de sangrado postoperatorio en mililitros para los tres grupos de tratamiento. El costo del tratamiento vía oral de acuerdo con la información proporcionada por Administración Hospitalaria fue de 7.82 dólares, mientras que el costo de la administración intravenosa fue 98.77 dólares. Con una diferencia de \$90.95 (\$1,819 pesos).

**Tabla 2: Comparaciones post hoc de hemoglobina plasmática por tratamiento.**

Comparación	Tratamiento	Tratamiento	Diferencia de medias	EE	gl	t	p Tukey
Prequirúrgica	ATX intravenosa	ATX oral	-0.0580	0.261	72	-0.222	1.000
		Sin ácido tranexámico	0.6857	1.127	72	0.608	0.990
	ATX oral	Sin ácido tranexámico	0.7407	1.132	72	0.657	0.986
Postquirúrgica	ATX intravenosa	ATX oral	1.9638	0.254	72	7.735	<0.001
		Sin ácido tranexámico	4.1857	1.071	72	3.910	0.003
	ATX oral	Sin ácido tranexámico	2.4238	1.075	72	2.256	0.103
		ATX intravenosa	-2.5640	0.256	72	-10.013	<0.001
	Sin ácido tranexámico	ATX intravenosa	-2.0219	0.139	72	14.531	<0.001
		ATX oral	-4.2438	1.075	72	3.948	0.002
		ATX oral	-2.2219	1.073	72	2.071	0.314

EE = error estándar. gl = grados de libertad. t = estadístico de prueba t. Ptukey = valor de p ajustado por Tukey. Análisis post hoc de las diferencias de hemoglobina plasmática en los distintos tratamientos, utilizando pruebas estadísticas de comparaciones múltiples (Ptukey).

**Tabla 3: Comparación del tratamiento y su efecto en hemoglobina disminuida y volumen de sangrado.**

Tratamiento	N (número de pacientes)	Hemoglobina disminuida (mediana y rango intercuartílico)	Volumen de sangrado (mediana y rango intercuartílico)	Estadística de prueba
ATX intravenosa	43	2.0 (2.4-3.0)	145.8 (200.0-300.0)	F_(2,81) = 23.14, p < 0.001
ATX oral	32	1.5 (1.9-2.7)	200.0 (300.0-400.0)	F_(2,81) = 2.64, p = 0.081
Sin ácido tranexámico	14	12.0 (12.6-13.7)	191.7 (275.0-512.5)	–

N es el número de valores no faltantes. Los rangos intercuartílicos se presentan entre paréntesis. La prueba estadística utilizada fue ANOVA de un factor para datos no paramétricos (Kruskal-Wallis).

## Visualización de datos y resultados adicionales

Se incluyen las *Tablas 1 a 4* que ilustran la distribución de la disminución de hemoglobina y la pérdida sanguínea postoperatoria entre los grupos. Estas visualizaciones facilitan la comprensión de las diferencias observadas y complementan el análisis estadístico detallado.

Como se observa en la *Tabla 2*, el análisis *post hoc* reveló diferencias significativas en la disminución de la hemoglobina postquirúrgica al comparar el grupo que recibió ácido tranexámico intravenoso con el grupo que lo recibió por vía oral y con el grupo control, ajustando los valores p por el método de Tukey.

La *Tabla 4* muestra la distribución de los pacientes según el tipo de tratamiento recibido y el padecimiento de coxartrosis o gonartrosis. Se realizó una prueba de  $\chi^2$  y se encontró una asociación estadísticamente significativa ( $p = 0.036$ ), lo que indica que la distribución de los tratamientos difiere en función del tipo de artropatía presente.

## Discusión

Nuestro estudio ambispectivo evidenció que no existen diferencias significativas en la disminución de hemoglobina postoperatoria entre la administración oral e intravenosa de ácido tranexámico, alineándose con los hallazgos de Fillingham y asociados, quienes tampoco observaron una diferencia significativa entre estos dos métodos de administración en el contexto de la artroplastia total de rodilla.<sup>9</sup>

Al comparar nuestros resultados con los de Fillingham y colegas se aprecia que pese a emplear el mismo régimen de ácido tranexámico oral, nuestro estudio aplicó una administración parenteral dividida en dos dosis, antes y después de la cirugía, lo que puede influir en la farmacocinética del medicamento. Chen y colaboradores y King y compañía coinciden

**Tabla 4: Tablas de contingencia de tratamiento y tipo de artropatía.**

Tratamiento	Coxartrosis	Gonartrosis	Total
ATX intravenosa	8	35	43
ATX oral	12	20	32
Sin ácido tranexámico	5	9	14
Total	25	64	89
<b>Pruebas de <math>\chi^2</math></b>			
Valor	gl	p	N
6.68	2	0.036	89

Se aplicó la prueba de  $\chi^2$  para determinar la asociación entre el tipo de tratamiento y el padecimiento. El valor de p reporta la significancia estadística de las diferencias observadas entre los grupos.

en que la administración oral de ácido tranexámico no muestra diferencias significativas en términos de pérdida sanguínea postoperatoria comparada con la administración intravenosa, lo que refleja una tendencia hacia una reducción en el costo del tratamiento en el grupo oral, en especial en poblaciones de bajos recursos, como la indígena maya atendida en nuestro hospital.<sup>1,10-12</sup>

La equivalencia clínica entre la administración oral e intravenosa de ácido tranexámico representa un avance significativo en términos de practicidad y ahorro de costos, siendo de particular relevancia para centros hospitalarios que atienden a poblaciones con limitaciones económicas, como demostraron Wu y colegas en su análisis de costos.<sup>13,14</sup>

## Limitaciones

Una limitación del estudio fue la inclusión de dos procedimientos quirúrgicos distintos, lo que puede añadir una variabilidad inherente a los resultados. A pesar de que la serie de casos no permitió la aleatorización o control riguroso como en un ensayo clínico, la homogeneidad en la aplicación de protocolos de

tratamiento y la consistencia de los resultados con la literatura existente sugieren una validez en los hallazgos. No obstante, la extrapolación de los resultados a otras poblaciones y procedimientos debe hacerse con cautela; además, el impacto de estas debilidades en la interpretación global de los datos debe ser considerado en la planificación de futuras investigaciones.

En términos de eventos tromboembólicos, nuestros resultados fueron consistentes con los estudios de Erdan Yakupov y Qi Sun, en los que ninguno de los pacientes presentó tales complicaciones, destacando la seguridad del uso del ácido tranexámico en estos contextos.<sup>1,15-17</sup>

Además, el análisis económico del uso de éste ácido en modalidades oral e intravenosa para la reducción de la pérdida sanguínea postoperatoria en artroplastias de cadera y rodilla revela implicaciones financieras significativas para el manejo hospitalario. Los datos indican que el tratamiento oral, con un costo de \$7.82 USD por paciente, contrasta de forma notable con los \$98.77 USD requeridos para la administración intravenosa. Esta diferencia de \$90.95 USD por tratamiento no solo representa una reducción considerable en los gastos directos para el hospital, sino que también puede facilitar un acceso más amplio al tratamiento para pacientes de bajo nivel socioeconómico. Además, al minimizar la pérdida sanguínea de manera efectiva a un costo menor, el tratamiento oral podría de manera eventual reducir la necesidad de intervenciones adicionales como transfusiones, lo que a su vez podría disminuir los costos indirectos asociados con complicaciones y prolongación de la estancia hospitalaria.

En resumen, la administración de ácido tranexámico oral en nuestro entorno hospitalario se revela como una estrategia segura, efectiva y asequible para la reducción de la pérdida sanguínea postoperatoria en la artroplastia total de cadera y rodilla, con un potencial significativo para mejorar la asistencia sanitaria en contextos de recursos limitados.

## Conclusión

El presente estudio evidenció que el uso de ácido tranexámico, tanto oral como intravenoso, es bastante más eficaz que la no administración (grupo control) en la reducción de la pérdida de hemoglobina postoperatoria, con un valor de  $p < 0.001$ . Al comparar las dos modalidades de tratamiento de ácido tranexámico (oral versus intravenosa), no se observaron diferencias significativas en la disminución de los niveles de hemoglobina tras la cirugía, lo que indica que ambas vías de administración son clínicamente comparables en términos de eficacia.

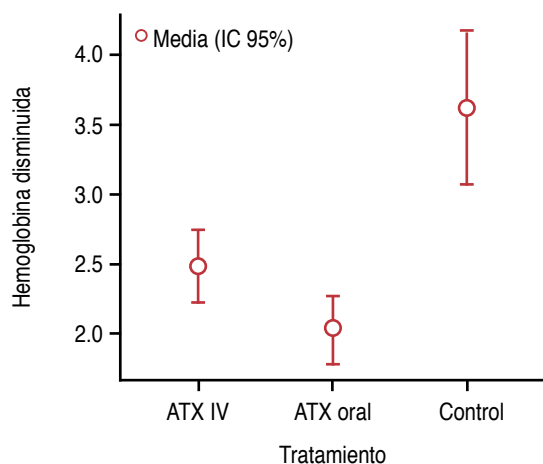
Los hallazgos del estudio resaltan la equivalencia entre la administración oral e intravenosa del ácido tranexámico en la gestión de la hemostasia durante artroplastias total de cadera y rodilla. De forma significativa, el ácido tranexámico oral ofrece una ventaja económica, representando una alternativa costo-efectiva para la práctica quirúrgica, es relevante en especial en contextos de limitaciones presupuestarias. Estos resultados apoyan la implementación del uso de ácido tranexámico oral como una estrategia efectiva y eficiente en el manejo perioperatorio de pacientes sometidos a dichas intervenciones.

## Agradecimientos

Dr. Ramón Esperón Hernández. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Yucatán.

## Referencias

1. Spahn DR. Anemia and patient blood management in hip and knee surgery: a systematic review of the literature. *Anesthesiology*. 2010; 113 (2): 482-495.
2. Kim JL, Park JH, Han SB, Cho IY, Jang KM. Allogeneic blood transfusion is a significant risk factor for surgical-site infection following total hip and knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2017; 32 (1): 320-325.
3. Hiippala S, Strid L, Wennerstrand M, Arvela V, Mantyla S, Ylinen J, Niemelä H. Tranexamic acid (Cyklokapron) reduces perioperative blood loss associated with total knee arthroplasty. *Br J Anaesth*. 1995; 74 (5): 534-537.



**Figura 1:** Distribución de medias de hemoglobina disminuida en el grupo intravenoso, oral y control.



4. Cai J, Ribkoff J, Olson S, Raghunathan V, Al-Samkari H, DeLoughery TG, et al. The many roles of tranexamic acid: An overview of the clinical indications for TXA in medical and surgical patients. *Eur J Haematol.* 2020; 104 (2): 79-87.
5. Grassin-Delyle S, Semeraro M, Lamy E, Urien S, Runge I, Foissac F, et al.. Pharmacokinetics of tranexamic acid after intravenous, intramuscular, and oral routes: a prospective, randomised, crossover trial in healthy volunteers. *Br J Anaesth.* 2022; 128 (3): 465-472.
6. Melvin JS, Stryker LS, Sierra RJ. Tranexamic acid in hip and knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015; 23 (12): 732-740.
7. Luo ZY, Wang HY, Wang D, Zhou K, Pei FX, Zhou ZK. Oral vs intravenous vs topical tranexamic acid in primary hip arthroplasty: a prospective, randomized, double-blind, controlled study. *J Arthroplasty.* 2018; 33 (3): 786-793.
8. Ye W, Liu Y, Liu WF, Li XL, Fei Y, Gao X. Comparison of efficacy and safety between oral and intravenous administration of tranexamic acid for primary total knee/hip replacement: a meta-analysis of randomized controlled trial. *J Orthop Surg Res.* 2020; 15 (1): 21.
9. Fillingham YA, Kayupov E, Plummer DR, Moric M, Gerlinger TL, Della Valle CJ. The James A. Rand young investigator's award: a randomized controlled trial of oral and intravenous tranexamic acid in total knee arthroplasty: the same efficacy at lower cost? *J Arthroplasty.* 2016; 31 (9 Suppl): 26-30.
10. Chen X, Zheng F, Zheng Z, Wu X, Wu C. Oral vs intravenous tranexamic acid in total-knee arthroplasty and total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019; 98 (20): e15248.
11. Irwin A, Khan SK, Jameson SS, Tate RC, Copeland C, Reed MR. Oral versus intravenous tranexamic acid in enhanced-recovery primary total hip and knee replacement: results of 3000 procedures. *Bone Joint J.* 2013; 95-B (11): 1556-1561.
12. King L, Randle R, Dare W, Bernaitis N. Comparison of oral vs. combined topical/intravenous/oral tranexamic acid in the prevention of blood loss in total knee arthroplasty: a randomised clinical trial. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019; 105 (6): 1073-1077.
13. Wu Y, Zeng Y, Hu Q, Li M, Bao X, Zhong J, et al. Blood loss and cost-effectiveness of oral vs intravenous tranexamic acid in primary total hip arthroplasty: a randomized clinical trial. *Thromb Res.* 2018; 171: 143-148.
14. Wang D, Wang HY, Luo ZY, Pei FX, Zhou ZK, Zeng WN. Finding the optimal regimen for oral tranexamic acid administration in primary total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2019; 101 (5): 438-445.
15. Shah N, Khetan V, Sivanadan H. Should tranexamic acid be used for 3 days after total knee replacement? A randomized study in 250 patients. *Acta Orthop Belg.* 2021; 87 (4): 697-703.
16. Kayupov E, Fillingham YA, Okroj K, Plummer DR, Moric M, Gerlinger TL, Della Valle CJ. Oral and intravenous tranexamic acid are equivalent at reducing blood loss following total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2017; 99 (5): 373-378.
17. Sun Q, Li J, Chen J, Zheng C, Liu C, Jia Y. Comparison of intravenous, topical or combined routes of tranexamic acid administration in patients undergoing total knee and hip arthroplasty: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open.* 2019; 9 (1): e024350.

## Conflicto de intereses

Ninguno.



## Epidemiology and clinical evolution of floating knee injuries in a tertiary referral hospital

### *Epidemiología y evolución clínica de las lesiones de rodilla flotante en un hospital de tercer nivel*

Víctor M Peña-Martínez,\* José Ramón Padilla-Medina,\* Mario Simental-Mendía,\* Carlos A Acosta-Olivo\*

\*Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario «Dr. José Eleuterio González», Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

#### Abstract

**Introduction:** injuries known as floating knees are related to high-energy mechanisms, and represent a challenge in treatment due to the associated injuries. **Objective:** to assess the epidemiology and clinical evolution of patients with ipsilateral femoral and tibial fractures. **Material and methods:** all patients admitted to the emergency department with ipsilateral femoral and tibial fractures from March 2018 to October 2021 were included. Fractures were classified according to the Fraser classification. Clinical assessment was performed using the Karlstrom and Olerud scale with a 12-month follow-up. Data related to the injury and associated injuries were also evaluated. **Results:** a total of 24 patients were analyzed. The mean age of the sample was  $31.3 \pm 12.4$  years, and 20 were male. There were 10 (41.7%) Fraser type I; 14 (58.3%) were articular fractures of which six were type IIa, two were type IIb, and six were type IIc. There was a 16.7% incidence of vascular injuries. It was observed that open fractures classified as Gustilo and Anderson type III ( $p = 0.002$ ) and articular injuries ( $p = 0.005$ ) showed worse clinical evolution. **Conclusion:** it was detected a high incidence of vascular injury. The presence of open fractures with extensive soft tissue injury and fractures involving the joint showed worse clinical evolution and limitation after treatment.

**Keywords:** floating knee, distal femoral fracture, tibial fracture, vascular injury.

**Level of evidence:** III

#### Resumen

**Introducción:** las lesiones conocidas como rodillas flotantes se relacionan con mecanismos de alta energía y representan un reto en el tratamiento debido a las lesiones asociadas. **Objetivo:** evaluar la epidemiología y la evolución clínica de pacientes con fracturas ipsilaterales de fémur y tibia. **Material y métodos:** se incluyeron todos los pacientes admitidos en el servicio de urgencias con fractura ipsilateral de fémur y tibia de marzo de 2018 a octubre de 2021. Las fracturas fueron catalogadas siguiendo la clasificación de Fraser. Se realizó una evaluación clínica usando la escala de Karlstrom y Olerud con un seguimiento de 12 meses. Se evaluaron también datos referentes a las lesiones asociadas. **Resultados:** fueron incluidos 24 pacientes, de los cuales 20 fueron hombres. La media de edad fue de  $31.3 \pm 12.4$  años. Se registraron 10 (41.7%) fracturas Fraser tipo I; el resto 14 (58.3%) fueron fracturas articulares de las cuales seis fueron tipo IIa, dos tipo IIb, y seis tipo IIc. Se registró 16.7% de incidencia de lesiones vasculares. Las fracturas Gustilo y Anderson grado III ( $p = 0.002$ ) y las lesiones articulares ( $p = 0.005$ ) mostraron la peor evolución clínica. **Conclusiones:** se detectó una alta incidencia de lesiones vasculares. La presencia de fracturas expuestas con un extenso daño de los tejidos blandos, así como las fracturas que involucraron la articulación, mostraron la peor evolución clínica y limitación después del tratamiento.

**Palabras clave:** rodilla flotante, fractura de fémur distal, fractura de tibia, lesión vascular.

**Nivel de evidencia:** III

#### Correspondence:

Carlos A Acosta-Olivo

**E-mail:** dr.carlosacosta@gmail.com

Received: 06-06-2024. Accepted: 07-11-2024.

**How to cite:** Peña-Martínez VM, Padilla-Medina JR, Simental-Mendía M, Acosta-Olivo CA. Epidemiology and clinical evolution of floating knee injuries in a tertiary referral hospital. Orthotips. 2024; 20 (4): 228-233. <https://dx.doi.org/10.35366/117676>

## Introduction

Blake and McBryde coined the term «floating knee» in 1975 to describe the injury pattern of ipsilateral femoral and tibial fractures that «disconnect» the knee from the rest of the leg.<sup>1</sup> These fractures are caused by high energy trauma and are commonly associated with other serious injuries.<sup>2,3</sup>

The incidence of this injury is unknown, but it generally occurs in young adult patients in their twenties where the most common mechanism of injury is a traffic accident.<sup>3,4</sup> Mortality has been reported to be as high as 8.6%,<sup>5,6</sup> with amputation rates up to 27%,<sup>7</sup> and vascular injury rates in 6% of cases.<sup>8,9</sup> Factors influencing the treatment and prognosis of these injuries include the patient's systemic status, fracture pattern, soft tissue injuries, neurovascular injuries, and injuries associated with other systems.<sup>10</sup> Additionally, a high rate of knee ligament injuries has been reported.<sup>11,12</sup> The rates of infection, pseudarthrosis, defective consolidation, and knee stiffness are relatively high. These complications can lead to functional impairment and often result in unsatisfactory outcomes, severely limiting patients' quality of life.<sup>8,9</sup> Fraser et al.<sup>13</sup> classified floating knee, depending on joint involvement. Type I shaft fractures of both bones, type II, were divided into three types, type IIa, with tibial plateau involvement, type IIb with distal femur involvement, and type IIc involved both tibial plateau and distal femur within the knee joint. Ran et al. modified Fraser's classification, adding floating knee type 3, which includes injury to the extensor mechanism of the knee.<sup>14</sup>

The criteria of Karlstrom and Olerud are used to evaluate the functional assessment in these patients after the treatment of floating knee injuries. There are seven criteria: subjective symptoms (thigh or leg), subjective symptoms (knee or ankle joint), walking ability, work and sports, deformity (angulation, rotation, or both), shortening, and restricted joint mobility. And four forms to evaluate: excellent, good, acceptable, and poor.<sup>15</sup>

Since this severe injury is quite infrequent, there have been few studies among the Latin American population, where there is a high incidence of traffic accidents, which in turn is the cause most frequently associated with this injury.<sup>16,17</sup> Likewise, its clinical evolution among this population needs to be assessed. This study aimed to describe the epidemiology and clinical evolution of ipsilateral tibia and femur fractures

that come to our institution and to compare them with what is reported in the literature.

## Material and methods

### Study design

This was a retrospective study conducted at a top-tier referral center in northeastern Mexico. It included all patients over 16 years of age admitted to the emergency department with ipsilateral tibia and femur fractures, from March 2018 to October 2021. They were subsequently followed up for 12 months to assess their clinical and radiographic progress. Excluded patients were those with isolated femur or tibia fractures, those with fractures of both contralateral bones, patients who did not attend follow-up at our hospital or who did not undergo surgical treatment at the institution. The study protocol was approved by our institutional research ethics committee.

### Variables and data collection

Information was gathered from the clinical records from the Orthopedics and Emergency Departments, covering patients admitted to the hospital with musculoskeletal trauma-related injuries. They were sorted using the classification described by Fraser et al.<sup>13</sup> The following demographic variables were collected: age, gender, co-morbidities, diagnosis, open injuries classified by Gustilo and Anderson,<sup>18</sup> treatment performed, date of admission, and vascular injury evidenced by Doppler ultrasound, if it had an anatomical relationship with the fracture site. All the patients underwent surgery. Subsequently, to evaluate the 12-month evolution of the patients diagnosed with floating knee, the Karlstrom and Olerud criteria were applied.<sup>15</sup>

### Initial management and treatment

Simple thorax, pelvis, and affected limbs x-rays were recorded. In addition, a portable ultrasound of the abdomen and thorax was performed on all patients to rule out intra-abdominal and thoracic trauma. In cases of suspected head injury, a cranial CT scan was performed. Patients who had an associated thoracic, cranial, or abdominal injury were treated following the extent of their injuries before surgical stabilization of any fractures. These patients were immobilized to stabilize the fracture site until definitive fixation

**Table 1: Characteristics of the patients with floating knee fractures.**

Variable	n (%)
Total subjects	24 (100.0)
Time until definitive treatment (days), mean ± SD	13.9 ± 7.7
Mechanism of injury	
Car accident	9 (37.5)
Motorcycle accident	11 (45.8)
Struck by motor vehicle	3 (12.5)
Gunshot	1 (4.2)
Open fractures	16 (66.6)
Gustilo and Anderson classification (grade)	
NA	8 (33.3)
I	1 (4.2)
II	4 (16.7)
III	11 (45.8)
Fraser classification (type)	
I	10 (41.7)
IIa	6 (25.0)
IIb	2 (8.3)
IIc	6 (25.0)

NA = not applicable. SD = standard deviation.

could be carried out. Methods used in these cases included stabilization by posterior above-knee plaster splinting and external fixation. The patients treated with initial external fixation were taken to surgery for definitive fixation within 7 to 10 days of stabilization. Furthermore, patients were monitored for symptoms of fat embolism, suspected cases were referred to and managed by the Intensive Care Unit.

Initial wound cleansing, tetanus immunization, and prophylactic antibiotic therapy were initiated for all open fractures. Surgical stabilization of fractures was programmed based on the severity of the open injury, local soft tissue damage, and availability of the operating room.

### Statistical analysis

Analysis was carried out using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software version 25. The cumulative incidence was calculated as a measure of occurrence, with a corresponding 95% confidence interval. To compare the results with those previously reported in the literature, Z tests for a sample proportion were used as a hypothesis test. The Student's t-test was used to compare continuous variables, while

the  $\chi^2$  test was used for categorical variables a p-value <0.05 was considered significant.

### Results

A total of 24 patients with floating knee fractures were analyzed. The mean age of the sample was  $31.3 \pm 12.4$  years, and 20 of the patients were male. The most common associated injuries were vascular injury (16.7%) and upper limb fracture (16.7%). The average time to definitive treatment was 13.9 days. Sixteen (67%) patients had open fractures, according to the Gustilo and Anderson classification they were 1 (4.2%) type I, 4 (16.7%) type II, and 11 (45.8%) type III. As for Fraser's classification, 10 (41.7%) participants had type I fractures, while 14 (58.3%) were articular fractures, distributed in type IIa (6), Type IIb (2), and type IIc (6). The rest of the baseline characteristics are listed in *Table 1*.

The definitive treatment given to patients with floating knee fractures in the Trauma department is shown in *Table 2*. A total of 54.2% were treated with intramedullary nails for both femur and tibia fractures, 12.5% with femoral nailing and tibial plate, 8.3% with femoral plate and tibial nailing, 4.2% with femoral and

**Table 2: Final therapeutic intervention of patients.**

Treatment	n (%)
Femoral IM nail and tibial IM nail	13 (54.2)
Femoral IM nail and tibial plate	3 (12.5)
Femoral plate and tibial IM nail	2 (8.3)
Amputations	2 (8.3)
Femoral plate and tibial plate	1 (4.2)
Femoral external fixation and tibial IM nail	1 (4.2)
External fixation	1 (4.2)

IM = intramedullary.

**Table 3: Association with clinical evolution according to the Karlstrom and Olerud scale.**

Variable	Good-excellent n (%)	Poor-moderate n (%)	OR	p
Articular fracture	5 (23)	7 (32)	8.56	0.005
Gustilo and Anderson grade III	4 (18)	7 (32)	7.54	0.002
Definitive treatment > 7 days	13 (59)	7 (32)	1.03	0.455
Open fracture	9 (41)	7 (32)	3.85	0.067



tibial plate, 8.3% were amputated, 4.2% with femoral external fixation and tibial intramedullary nailing, 4.2% with external fixation on both femur and tibia and 4.2% were not treated with surgery.

Clinical evolution was evaluated using the Karlstrom and Olerud scale for the 22 patients whose fractures did not lead to amputations. Excellent clinical evolution was observed in two patients (9%), good in 13 (59%), moderate in five (23%) and poor in two patients (9%). It was observed that open fractures classified as Gustilo and Anderson type III ( $p = 0.002$ ), and joint injuries ( $p = 0.005$ ), showed worse clinical evolution (*Table 3*). Nonetheless, no significant differences were observed in the clinical evolution of patients who were treated with definitive implants in the first seven days, compared to those who had a delay in treatment of more than seven days.

## Discussion

Good evolution of the patients with floating knees was observed despite the delay in the definitive surgical management. Floating knee injuries pose a challenge not only in the treatment of femur and tibia fractures, prevention of bone deformities, and knee stiffness, but also in the treatment of systemic, visceral, and especially vascular injuries to prevent limb loss.

Most of the floating knee fractures in our study occurred in young men (83.3%), which is in line with the literature, where a mean age of around 35 years has been reported.<sup>5,9,19-23</sup> The most frequent etiology was traffic accidents (83%). Similarly, in their 14-year follow-up study of floating knee diagnoses, Dwyer et al. mention that 57/60 patients in their sample had suffered a high-energy injury due to a motor vehicle accident.<sup>5</sup> Nearly half of our patients (45.8%) were involved in motorcycle accidents, which corresponds to an increase in demand for motorcycle delivery drivers; the above concurs with those reported in the literature, especially for studies conducted in developing countries.<sup>19,24,25</sup>

The average number of days from injury to surgical procedure was greater in our study than that reported by Rethnam et al., which was 1.17 days until definitive treatment.<sup>9</sup> In our patients the time delay for surgical management was significantly greater, almost fourteen times. This delay is mainly caused by the lack of health insurance for patients, who must wait until our institution takes care of the corresponding paperwork to cover the necessary supplies for fracture fixation.

In our study, more than half of the patients had associated injuries, they were life-threatening injuries in the abdomen and thorax, so the definitive fixation of the fractures only took place once the patient's vital problem was stabilized. Chouhan et al. mentioned in their review that 66.7% of their population had associated injuries, which highlights the importance of treating the patient comprehensively, because of the high incidence of systemic injuries in patients who suffer high-energy accidents.<sup>19</sup>

Vascular injury is an important factor in the prognosis of the evolution of floating knee fractures. In our study, there was vascular injury in 16.7% of the patients, who were treated with autograft repair. Two of these patients (50%) had an irreparable lesion, which was managed by supracondylar amputation. In their retrospective study of 10 years follow-up, Rollo et al. reported that 9.7% of patients diagnosed with floating knee underwent supracondylar amputation following a vascular lesion.<sup>25</sup>

The final treatment in a floating knee, depends on the involvement of articular fracture. When no articular fracture is appreciated the internal fixation with an intramedullary nailing is used in most of the reports,<sup>24,26</sup> even one report describes the management with a closed reduction and hip spica,<sup>26</sup> none of our patients was managed with this conservative approach. The use of IM nailing in both fractures (femur and tibia) was used in 54.2% of our patients, and a combination of different methods was used in the rest.

In their retrospective study, Akinyoola et al. mention that one of the main sequelae for patients suffering from floating knee fractures is stiffness.<sup>3</sup> Early mobilization of the knee is essential for a positive outcome. In most of the patients in the study, stiffness was the main post-surgery complication mainly due to the delay in definitive treatment, poor adherence to follow-up consultation, and therapy schedules.

Of the 24 floating knees, 66.6% involved open fractures, a high rate only comparable to that published by Bansal et al. and Chouhan et al., who reported 77% and 75%, respectively.<sup>19,26</sup> This is probably due to the high rate of motorcycle accidents as a cause of the injury. Finally, it has been observed that this type of injury is associated with poor clinical and radiographic evolution in patients.<sup>4,5,7,26</sup> Similarly, in our study, 44% of bad functional results were recorded, and in most cases, these were associated with an articular or open injury. These poor clinical results are consistent with the high proportion of open fractures found in

our study. In their retrospective study, Hung et al. evaluated the evolution of 36 patients with a diagnosis of floating knee for 52 months and reported poor functional evolution in patients with intraarticular fractures, recording this factor as the most important for a poor prognosis.<sup>7</sup> In our study, 50% of patients suffered an intraarticular fracture, which is reflected in the 32% of the patients in our study with a moderate or poor clinical evolution according to the Karlstrom and Olerud scale.

Our study has some limitations that should be noted. This is a retrospective study with a low number of participants. Follow-up of our patients was complicated by the fact that most of them do not have sufficient economic resources for adequate follow-up through the outpatient clinic. Additionally, we had a significant delay in the patient receiving their final surgical treatment. However, we observed that despite the economic limitations and the delay in providing definitive treatment, our patients returned to work after a short period, probably for socioeconomic reasons. Further comparative studies with a population similar to ours are needed, focusing on the evolution of the patients and their return to daily activities. A comparison to determine if the joint stiffness was related to an articular involvement of the fracture or related to the soft tissue injury was not possible in our patients because of the lack of these data.

## Conclusions

The presence of open fractures with major soft tissue damage and fractures involving the joint leads to worse clinical evolution and post-treatment limitations. In addition, there was a high incidence of vascular injury, in 16.7% of the patients in the study, and half of these patients ended up losing the affected limb. Exhaustive evaluation of patients with floating knee injuries is necessary to detect associated life-threatening and/or limb-threatening injuries, and thus to establish the appropriate surgical intervention for each fracture, which will reduce the risk of complications and promote prompt mobility.

## References

1. Blake R, McBryde AJ. The floating knee: Ipsilateral fractures of the tibia and femur. *South Med J.* 1975; 68 (1): 13-16.
2. Veith RG, Winquist RA, Hansen STJ. Ipsilateral fractures of the femur and tibia. A report of fifty-seven consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66 (7): 991-1002.
3. Akinyoola AL, Yusuf MB, Orekha O. Challenges in the management of floating knee injuries in a resource constrained setting. *Musculoskelet Surg.* 2013; 97 (1): 45-49.
4. Feron JM, Bonneville P, Pietu G, Jacquot F. Traumatic floating knee: a review of a multi-centric series of 172 cases in adult. *Open Orthop J.* 2015; Suppl 1 M11: 356-360.
5. Dwyer AJ, Paul R, Mam MK, Kumar A, Gosselin RA. Floating knee injuries: long-term results of four treatment methods. *Int Orthop.* 2005; 29 (5): 314-318.
6. Anastopoulos G, Assimakopoulos A, Exarchou E, Pantazopoulos T. Ipsilateral fractures of the femur and tibia. *Injury.* 1992; 23 (7): 439-441.
7. Hung SH, Lu YM, Huang HT, Lin YK, Chang JK, Chen JC, et al. Surgical treatment of type II floating knee: comparisons of the results of type IIA and type IIB floating knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007; 15 (5): 578-586.
8. Hegazy AM. Surgical management of ipsilateral fracture of the femur and tibia in adults (the floating knee): postoperative clinical, radiological, and functional outcomes. *Clin Orthop Surg.* 2011; 3 (2): 133-139.
9. Rethnam U, Yesupalan RS, Nair R. Impact of associated injuries in the floating knee: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009; 10: 7.
10. Vallier HA, Manzano GW. Management of the floating knee: ipsilateral fractures of the femur and tibia. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020; 28 (2): e47-e54.
11. van Raay JJ, Raaymakers EL, Dupree HW. Knee ligament injuries combined with ipsilateral tibial and femoral diaphyseal fractures: the "floating knee". *Arch Orthop Trauma Surg.* 1991; 110 (2): 75-77.
12. Liu Y, Zhang J, Zhang S, Li R, Yue X. Concomitant ligamentous and meniscal injuries in floating knee. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8 (1): 1168-1172.
13. Fraser RD, Hunter GA, Waddell JP. Ipsilateral fracture of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1978; 60-B (4): 510-515.
14. Ran T, Hua X, Zhenyu Z, Yue L, Youhua W, Yi C, et al. Floating knee: a modified Fraser's classification and the results of a series of 28 cases. *Injury.* 2013; 44 (8): 1033-1042.
15. Karlstrom G, Olerud S. Ipsilateral fracture of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1977; 59 (2): 240-243.
16. Alencar JB, Lira RCA, Cavalcante RDS, Lopes MBG, Sousa CJD, Lima DA. Incidence of deep vein thrombosis in floating knee. *Acta Ortop Bras.* 2021; 29 (1): 17-20.
17. Andrade-Silva FB, Carvalho A, Mansano C, Giese A, de Camargo Leonhardt M, Barbosa D, et al. Functional results and isokinetic muscle strength in patients with Fraser type I floating knee treated with internal fixation. *Injury.* 2017; 48 Suppl 4: S2-S5.
18. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976; 58 (4): 453-458.
19. Chouhan D, Chouhan DK, Kanojia RK, Behera P. Comparison of functional outcomes among subtypes of Fraser's type? of floating knee. *Chinese J Traumatol.* 2021; 24 (1): 25-29.
20. Bertrand ML, Andrés-Cano P. Management of the floating knee in polytrauma patients. *Open Orthop J.* 2015; 9 (1): 347-355.
21. Dahmani O, Elrhazi A, Elidrissi M, Shimi M, Elibrahimi A, Elmrini A. The intramedullary nailing using a single knee incision for treatment of extraarticular floating knee (nine cases). *J Emerg Trauma Shock.* 2014; 7 (4): 322-326.

22. Lundy DW, Johnson KD. "Floating knee" injuries: ipsilateral fractures of the femur and tibia. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001; 9 (4): 238-2345.
23. Yokoyama K, Tsukamoto T, Aoki S, Wakita R, Uchino M, Noumi T, et al. Evaluation of functional outcome of the floating knee injury using multivariate analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002; 122 (8): 432-435.
24. Chavda AG, Lil NA, Patel PR. An approach to floating knee injury in Indian Population: An analysis of 52 patients. *Indian J Orthop.* 2018; 52 (6): 631-637.
25. Rollo G, Falzarano G, Ronga M, Bisaccia M, Grubor P, Erasmo R, et al. Challenges in the management of floating knee injuries: Results of treatment and outcomes of 224 consecutive cases in 10 years. *Injury.* 2019; 50: S30–S38.
26. Bansal VP, Singhal V, Mam MK, Gill SS. The floating knee. 40 cases of ipsilateral fractures of the femur and the tibia. *Int Orthop.* 1984; 8 (3): 183-187.

### **Conflict of interests**

None to declare.



## Diagnóstico y tratamiento de tumores de tejidos blandos de la mano en la población del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

*Diagnosis and treatment of soft tissue tumors of the hand in the population of the Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío*

Luis Enrique Sánchez Gutiérrez,\* José Antonio Robles García,‡ Omar Amaro Mendoza§

\*Profesor titular del curso de cirugía de la mano y microcirugía, Hospital Regional de Alta Especialidad Bajío, León, Guanajuato;

‡Médico adscrito del servicio de cirugía de la mano y microcirugía, Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Aguascalientes, Aguascalientes; §Residente de tercer año de traumatología y ortopedia, Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Aguascalientes, Aguascalientes.

### Resumen

**Introducción:** los tumores de la mano, incluyendo cánceres cutáneos y otros, requieren un enfoque multidisciplinario. La evaluación histológica y radiológica guía el diagnóstico. Las técnicas de imagen como radiografías y resonancia magnética son fundamentales. La biopsia, reservada como último recurso, y su cirugía asociada, son críticas para el diagnóstico preciso y el tratamiento adecuado. **Objetivo:** describir los diagnósticos de tumoraciones de tejidos blandos en la mano, así como el tratamiento otorgado a la población perteneciente al Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío. **Material y métodos:** estudio observacional, descriptivo y transversal, realizado en un hospital entre enero de 2014 y diciembre de 2017. Incluyó pacientes con tumoraciones en mano, sin restricciones por tipo, edad o género, que contaran con diagnóstico confirmado por patología. Se aplicó el cuestionario *Quick DASH (Disability arm-shoulder-hand)* para evaluar discapacidad. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con SPSS 21, utilizando estadísticas descriptivas para variables cualitativas y cuantitativas, ajustando la presentación según la normalidad de los datos. **Resultados:** el estudio incluyó a 22 pacientes, 20 con tumores benignos y dos malignos. Los tumores benignos más comunes fueron quistes sinoviales (66.66% dorsal, 33.33% palmar). 9% presentó tumores malignos, con carcinoma epidermoide y tricoblástico. La cirugía predominante fue la biopsia escisional (95.45%). La edad media fue  $43 \pm 20.2$  años, con predominio femenino y afectación mayor en extremidades izquierdas. La puntuación *Quick DASH* fue  $11.3 \pm 10.25\%$  sin diferencias significativas por género o extremidad dominante. **Conclusiones:** los resultados del estudio reflejan similitud con la literatura mundial en la incidencia de tumores benignos y malignos en la mano. Destacan los quistes sinoviales como el tumor más común. La baja incidencia de tumores malignos representa un desafío clínico. La puntuación *Quick DASH* sugiere buena función manual. Se propone ampliar la muestra y realizar seguimientos a largo plazo para mejorar el diagnóstico y tratamiento de los tumores de tejidos blandos en la mano.

**Palabras clave:** cirugía de la mano, tejidos blandos, neoplasia, epidemiología.

**Nivel de evidencia:** III Tipo de estudio observacional, descriptivo y transversal.

### Abstract

**Introduction:** hand tumors, including skin cancers and others, require a multidisciplinary approach. Histological and radiological evaluation guides the diagnosis. Imaging techniques such as X-rays and magnetic resonance imaging are fundamental. Biopsy, reserved as a last resort, and its associated surgery are critical for accurate diagnosis and appropriate treatment. **Objective:** to describe the diagnoses of soft tissue tumors in the hand, as well as the treatment provided to the population belonging to the Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío. **Material and methods:** this study was observational, descriptive, and cross-sectional, conducted in a hospital between January 2014 and December 2017. It included patients with hand tumors, without restrictions by type, age, or gender, who had a confirmed diagnosis by pathology. The *Quick DASH (Disability Arm-Shoulder-Hand)* questionnaire was applied to assess disability. Statistical analyses were conducted using SPSS 21, using descriptive statistics for qualitative and quantitative variables, adjusting the presentation according to the

### Correspondencia:

Omar Amaro Mendoza

**E-mail:** omaramaro007@gmail.com

**Citar como:** Sánchez GLE, Robles GJA, Amaro MO. Diagnóstico y tratamiento de tumores de tejidos blandos de la mano en la población del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío. *Orthotips*. 2024; 20 (4): 234-243. <https://dx.doi.org/10.35366/117677>

Recibido: 20-02-2024. Aceptado: 09-08-2024.



normality of the data. **Results:** the study included 22 patients, 20 with benign tumors and two with malignant tumors. The most common benign tumors were synovial cysts (66.66% dorsal, 33.33% palmar). 9% presented malignant tumors, with squamous cell carcinoma and trichoblastic tumor. The predominant surgery was excisional biopsy (95.45%). The mean age was  $43 \pm 20.2$  years, with a female predominance and greater involvement in the left extremities. The Quick DASH score was  $11.3 \pm 10.25\%$  with no significant differences by gender or dominant extremity. **Conclusions:** the study results reflect similarity with worldwide literature regarding the incidence of benign and malignant tumors in the hand. Synovial cysts stand out as the most common tumor. The low incidence of malignant tumors represents a clinical challenge. The Quick DASH score suggests good manual function. It is proposed to expand the sample and conduct long-term follow-ups to improve the diagnosis and treatment of soft tissue tumors in the hand.

**Keywords:** hand surgery, soft tissues, neoplasm, epidemiology.

**Level of evidence:** III Type of study: observational, descriptive, and cross-sectional.

## Introducción

En la mano se pueden producir una gran variedad de tumores, que van desde cánceres cutáneos comunes, como los que se encuentran en otras partes del organismo, a otros tumores que se presentan de manera exclusiva en la mano. El tratamiento de los tumores de la mano requiere que los cirujanos de la mano actúen como cirujanos oncológicos y plásticos: dos papeles que, con frecuencia, son contradictorios en cuanto a los objetivos que persiguen.<sup>1</sup>

La biopsia es el último paso para el diagnóstico definitivo, el grado histológico lo determina un histopatólogo osteomuscular con experiencia sólo después de una biopsia representativa para obtener la distinción precisa entre tumores agresivos y malignos y lesiones benignas y reactivas. Cabe aclarar que el estado clínico y radiológico también son parámetros importantes para determinar el diagnóstico final del tejido y el grado quirúrgico, siendo 12.8% de todos los tumores de partes blandas y casi 80% tumores en una serie quirúrgica. La incidencia de pseudomasas está notablemente subestimada. En una serie de 134 masas de manos, 27% de las lesiones fueron quistes sinoviales y 25% tumores benignos (los lipomas, tumores tenosinoviales y las malformaciones vasculares son los más comunes con la misma incidencia).<sup>1-4</sup>

Es importante hacer una evaluación pre y postquirúrgica del paciente, para valorar el tratamiento otorgado a los tumores de la mano; la cual se realizó por medio de la escala *Quick DASH (Disability of the Arm, Shoulder, and Hand)* que consta de 11 preguntas sencillas de responder de acuerdo a actividades que se pueden realizar acabo por el paciente. Además, es importante conocer la incidencia y características de los tumores de tejidos blandos por la tendencia que siguen algunos de estos.<sup>5</sup>

El objetivo de este estudio es describir los diagnósticos de tumoraciones de tejidos blandos en la mano, así como el tratamiento otorgado a los pacientes.

## Material y métodos

### Diseño del estudio y pacientes

Tipo de estudio observacional, descriptivo y transversal. Se citaron a todos los pacientes de este hospital que fueron atendidos por alguna tumoración dependiente de tejidos blandos en mano, independientemente del tipo de tumoración, edad y género, que cuenten con diagnóstico confirmado por parte del servicio de patología en el periodo comprendido de enero de 2014 a diciembre de 2017, de esta manera se registrara el diagnóstico y el tratamiento que recibió de manera individual cada caso.

**Definición operacional:** se evaluó el tratamiento por medio de la aplicación de la escala *Quick DASH*, la cual evalúa los miembros superiores como unidad funcional por medio de discapacidades del brazo, el hombro y la mano. El cuestionario consta de 11 preguntas sobre síntomas del paciente y la capacidad para llevar a cabo diversas actividades durante una semana atrás. Según las respuestas se da una puntuación que va de 1-5 puntos, se suman y se obtiene un promedio. Para expresar esta puntuación en porcentajes, se le resta 1 y se multiplica por 25. A mayor puntuación, mayor discapacidad.

**Métodos de recolección de datos:** con la ayuda del departamento de patología, se seleccionaron las biopsias de pacientes con tumoración dependiente de tejidos blandos en mano durante los años 2014-2017. De forma posterior se realizó una revisión del expediente clínico electrónico, registrando los estudios de imagenología con los que contaba cada paciente.

**Criterios de inclusión:** pacientes con tumoración dependiente de tejidos blandos en mano tratados en esta institución, durante el periodo de 2014 a 2017, sin importar la edad, género ni la tumoración de la que se tratase (incluyendo gangliones, quistes mucosos,

lipomas, hamartomas lipofibromatosos, tumor de células gigantes de la vaina tendinosa, schwannomas, neurofibromas, tumor de células granulares, fascitis nodular, sarcomas epitelioides, sinovial, liposarcoma, fibrosarcoma, dermatofibrosarcoma protuberante, histiocitoma fibroso maligno, tumor de la vaina nerviosa periférico maligno, rhabdomyosarcoma, leiomyosarcoma y sarcoma de células claras), ni la localización de la tumoración, mientras se trate de la mano; pacientes sin tratamiento previo en otra institución, es decir, pacientes que acuden a nuestra institución en quienes no se ha realizado una biopsia, ya que la manera y el sitio de toma de biopsia puede modificar el curso a seguir durante el diagnóstico y tratamiento; pacientes con resultado histopatológico concluyente. Es decir, pacientes en los que la biopsia realizada por nuestro servicio y analizada por el servicio de patología arrojaron un diagnóstico específico, lo cual fue de ayuda para normar la conducta a seguir, tomando en cuenta factores como la localización y el diagnóstico histopatológico para ofrecer el tratamiento más adecuado en cada caso de manera individual.

**Criterios de exclusión:** pacientes que no aceptaron ser parte del estudio, pacientes con tratamiento de tumoración previo en otra institución, pacientes cuyo resultado histopatológico no sea concluyente, pacientes con expediente incompleto.

**Variabes:** se recabó información acerca del tipo de tumor, diagnóstico y tratamiento junto con la edad, género y mano afectada. También se empleó el cuestionario *Quick DASH*, el cual es una herramienta de evaluación que se utiliza para medir la discapacidad relacionada con el brazo, el hombro y la mano. Es una escala rápida y fácil de administrar que proporciona información sobre el funcionamiento físico y la capacidad para realizar actividades cotidianas.

**Aspectos éticos:** este estudio se llevó a cabo con el compromiso de seguir los más altos estándares éticos en la investigación médica. A continuación, se detallan los aspectos éticos clave que se considerarán en el desarrollo de este artículo: consentimiento informado, todos los pacientes que participaron en este estudio proporcionarán su consentimiento informado por escrito para la inclusión de sus datos en la investigación. Se les informa de manera comprensible sobre los objetivos del estudio, los procedimientos involucrados, los posibles beneficios y riesgos, así como su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

**Métodos estadísticos:** el análisis se llevó a cabo utilizando el programa SPSS (*Statistical Package*

*for the Social Sciences*) versión 21 para Windows. Se aplicó estadística descriptiva para examinar las variables. Las variables cualitativas se presentaron como media y desviación estándar, mientras que las variables cuantitativas se mostraron como media y desviación estándar si cumplían con los criterios de normalidad. En caso contrario, se reportaron como mediana y rango intercuartílico 25-75%. Se consideró un valor de p significativo de 0.05. Si el valor de p obtenido en la prueba fue menor a 0.05, se interpretó como evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

## Resultados

Se obtuvieron un total de 22 pacientes ( $n = 22$ ), de los cuales 20 contaban con diagnóstico histopatológico de tumor benigno y dos con diagnóstico de tumor maligno. De los pacientes con diagnóstico de tumores benignos se encontró que 40% de estos era quiste sinovial (nueve pacientes), con un predominio de presentación dorsal, afectando en mayor cantidad a mujeres (77.7%) y a la extremidad torácica derecha (77.7%) (*Tabla 1*). Los tipos de tumores detectados en orden de frecuencia fueron los quistes sinoviales, fibromas, quiste epidérmico de inclusión, hemanjioma cavernoso, tumor granulomatoso químico y granuloma piógeno.

Los diagnósticos de tumor maligno (9%) se reportaron en un paciente femenino de 48 años de edad como carcinoma epidermoide moderadamente diferenciado queratinizante, localizado en el dorso del dedo anular derecho, se le realizó amputación del cuarto rayo y transporte de meñique al cuarto metacarpiano, con una puntuación en la escala de *Quick DASH* de 30%. El otro diagnóstico de tumoración maligna fue de carcinoma tricoblástico en zona hipotenar derecha en un paciente femenino de 86 años en quien se realizó una biopsia escisional y se envió a oncología médica, con puntuación en la escala *Quick DASH* de 30%.

**Tabla 1:** Frecuencia de aparición de quiste sinovial.

Región anatómica	n (%)
Dorsal	6 (66.66)
Palmar	3 (33.33)
Mujeres	7 (77.77)
Hombres	2 (22.22)
Izquierdo	2 (22.22)
Derecho	7 (77.77)

**Tabla 2: Puntuación en la escala del Quick DASH de acuerdo con dominancia de la extremidad.**

	Extremidad dominante afectada	Extremidad no dominante afectada	p
Número de pacientes	10 (45%)	12 (55%) *	0.198
Puntuación Quick DASH	14.5 ± 10.2	8.7 ± 6 **	

\* Variable cualitativa reportada con frecuencia y porcentaje, la comparación entre grupos se realizó con una prueba de  $\chi^2$ . \*\* Se reporta como media y desviación estándar, la comparación entre grupos se realizó con una prueba de t de Student minúscula para grupos independientes.

Las cirugías realizadas correspondieron a biopsia escisional en 21 pacientes (95.45%), dentro de las cuales se realizaron procedimientos complementarios en tres pacientes, dos con diagnóstico de quiste sinovial a quienes se les realizó exploración de la rama sensitiva del nervio radial y a un paciente femenino de tres años con diagnóstico de hemangioma cavernoso sin datos de malignidad en dedo anular izquierdo a quien se le realizó un colgajo cruzado con toma y aplicación de injerto de espesor parcial con la posterior independización del mismo.

En la distribución de edad, se encontró un rango de 3 a 86 años, con una media de  $43 \pm 20.2$  años. Se encontró la afectación por géneros con un predominio del sexo femenino. La extremidad afectada fue la misma que la dominante en 10 pacientes y contralateral en 12 de ellos.

El número de cirugías realizadas fue de 1 en 19 pacientes, se llevaron a cabo dos cirugías en un paciente y tres en dos pacientes. En la puntuación de la escala Quick DASH se obtuvo un rango de 0 a 30%, con una mediana de 10% y un percentil 25-75% de 5-20%.

Cuando el lado afectado fue el mismo que la extremidad dominante se obtuvo una puntuación Quick DASH de  $14.5 \pm 10.2$  y cuando afectó a la extremidad no dominante se observó una puntuación de  $8.7 \pm 6$ , obteniendo una  $p = 0.198$  (Tabla 2). En cuanto a la afectación por género se observó una puntuación en la escala de Quick DASH de  $12.5\% \pm 2.4$  en hombres y de  $11.8\% \pm 0.8$  cuando afectó al género femenino (Tabla 3).

## Discusión

Este estudio analiza la incidencia y características de los tumores de tejidos blandos en la mano y la muñeca puesto que son temas de gran importancia en la práctica médica, por su impacto en la función y la integridad de las extremidades. Se encontró que preponderan las lesiones benignas (90.90%), con una minoría de tumores malignos (9.09%), en compara-

**Tabla 3: Puntuación en la escala del Quick DASH.**

	Hombres	Mujeres	p
Puntuación Quick DASH	$12.5 \pm 2.4$	$11.8 \pm 0.8$	0.448

Se reporta como media y desviación estándar, la comparación entre grupos se realizó con una prueba de t de Student minúscula para grupos independientes.

ción con otras series. Este artículo refleja la tendencia que tienen los tumores a ser benignos.<sup>5</sup>

Durante tres años se observó en una muestra de 300 pacientes que 95% de los tumores fueron benignos y sólo 5% malignos, lo cual concuerda con los hallazgos previamente documentados en la literatura. La alta prevalencia de tumores benignos, con el quiste sinovial como el más común, concuerda con investigaciones previas que han identificado patrones similares en cuanto a tipos de tumores y sus distribuciones anatómicas.<sup>6</sup>

Por ejemplo, la mayor incidencia de quistes sinoviales en mujeres de ciertas edades y su ubicación dorsal son descubrimientos consistentes.<sup>6</sup>

El quiste sinovial fue el tumor benigno más común (45%). La mayor incidencia en mujeres entre los 30-40 años y la ubicación predominante en el dorso de la mano coinciden con estudios previos que han destacado estas características. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar factores como el género y la ubicación al evaluar y tratar los tumores de tejidos blandos en la mano y la muñeca.<sup>7</sup>

La falta de significancia estadística en la correlación entre el género y la presentación de tumores, así como la relación entre la extremidad afectada y la dominante, sugiere la necesidad de investigaciones más amplias y detalladas en este campo. Sin embargo, es alentador observar que la mayoría de los pacientes requirieron sólo una cirugía, lo que indica la eficacia del tratamiento en muchos casos.<sup>8</sup>

En resumen, este estudio destaca la importancia del diagnóstico preciso y el tratamiento oportuno

de los tumores de tejidos blandos en la mano y la muñeca. Sirve como una base sólida para futuras investigaciones que podrían profundizar en la identificación temprana de los hallazgos que diferencian entre tumores benignos y malignos, lo que a su vez mejoraría la atención y el pronóstico para los pacientes afectados.<sup>5,9</sup>

Varias técnicas de imagen diagnósticas permiten analizar y localizar el tamaño y la extensión de la lesión y su invasión de la anatomía normal. Las radiografías simples son el estándar para detectar la presencia y localización de la afectación ósea. Puede que sea además la prueba radiológica más específica en los tumores óseos.<sup>1</sup>

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagen superior para valorar la extensión a tejidos blandos de la enfermedad y es beneficiosa, en particular, en la evaluación del sarcoma de tejidos blandos.<sup>1</sup>

La ultrasonografía de alta resolución se ha utilizado como una herramienta de imagen de primera línea para evaluar y diagnosticar una masa en la mano porque esta técnica es no invasiva, y además, es fácil de usar ya que la mano es una estructura anatómicamente superficial y más fácil de acceder que otras articulaciones. En particular, la ultrasonografía de alta resolución se puede usar para diferenciar muchas masas de la mano.<sup>4</sup>

### **Lesiones benignas de partes blandas**

Quistes sinoviales. Los sinoviales son los tumores de tejidos blandos más frecuentes de la mano. Estos quistes rellenos de mucina, suelen estar unidos a la cápsula articular subyacente, al tendón o a la vaina tendinosa. Son más prevalentes en las mujeres y por lo regular ocurren entre la segunda y la cuarta década de la vida. No son raros en niños y se han visto desde la primera hasta la octava década. Aparecen por lo general de forma aislada y en localizaciones muy específicas; sin embargo, se han publicado casos de aparición en casi todas las articulaciones de la muñeca y la mano. Debido a su alta incidencia y prevalencia, la mayoría de los cirujanos de la mano debería reconocer rápidamente los quistes sinoviales. Otras enfermedades que causan tumefacción difusa en el dorso de la muñeca, como la tenosinovitis del extensor, los lipomas y otros tumores de la mano, deben considerarse también en el diagnóstico diferencial. La anamnesis, la exploración física, las técnicas de transiluminación y la aspiración deberían ofrecer un diagnóstico concluyente en la mayoría de los casos.

Aunque con la escisión apropiada no son frecuentes las recaídas, alrededor de 50% pueden recurrir si se escinde de forma incompleta.<sup>1</sup>

Lipomas. Los lipomas son tumores de grasa benignos frecuentes que aparecen de manera característica en diversas localizaciones de la mano, más frecuentemente a nivel subcutáneo o intramuscular; se ha publicado que los lipomas aparecen asociados a las vainas tendinosas, en el túnel carpiano, en el canal de Guyon y en el espacio palmar profundo. Se presentan como tumores insensibles blandos, con transiluminación negativa. Pueden notarse síntomas de compresión nerviosa si el tumor está en el espacio palmar profundo o próximo a un nervio importante. Estas lesiones se presentan de forma frecuente durante varios años y pueden crecer lentamente. Cuando la lesión es subcutánea, se reconoce de inmediato por su aspecto bien delineado y su consistencia elástica. Las radiografías simples pueden revelar una sombra de tejidos blandos y la RM puede ser en particular útil por la demostración de signos característicos que indican firmemente la presencia de grasa, que a menudo es similar a la grasa subcutánea circundante. La escisión marginal de los lipomas es por lo general curativa, aunque pueden producirse recidivas.<sup>1</sup>

Hamartomas lipofibromatosos. Los lipofibromas o hamartomas lipofibromatosos son tumores atípicos de los nervios periféricos, que afectan con más frecuencia al nervio mediano cuando están en la extremidad superior. Se han publicado casos raros de afectación del nervio cubital o radial. Los pacientes presentan, por lo general, una hinchazón lenta y progresiva de la parte distal del antebrazo o la palma; pueden presentarse síntomas de la compresión nerviosa. El tumor se nota con más frecuencia en la infancia y la adolescencia y se cree que es de origen congénito o embriológico. Es muy raro que se haga un diagnóstico correcto antes de la operación.<sup>10</sup> El hamartoma lipofibromatoso (LFH) es un tumor bastante raro que afecta a los nervios periféricos. Fue reportado en 1953 por Levenson y Mason e identificado por primera vez como un hamartoma por Emmett en 1965, dando su nombre actual de LFH en 1969; menos de 200 casos que surgen del nervio mediano han sido reportados.<sup>11</sup> Aún no ha sido establecido un protocolo de tratamiento estándar para LFH debido a la rara cantidad de casos reportados. Por lo tanto, extensa disección fascicular intraneural y escisión masiva, sin extirpación nerviosa o injerto nervioso, es lo actualmente recomendado.<sup>12</sup>

Tumores de las células gigantes de la vaina tendinosa (tenosinovitis villonodular pigmentada). El tumor

de células gigantes (TCG) de la vaina tendinosa es el segundo tumor más frecuente de tejidos blandos de la mano (después de los gangliones). El tumor aparece, por lo general, en la superficie volar de los dedos o de la mano, aunque no es infrecuente la afectación dorsal. Hay una propensión a la afectación de los tres dedos radiales y de la región articular IFD. La lesión no se translumina, lo que ayuda a distinguirla de un ganglión. El tratamiento recomendado es la escisión marginal, aunque se ha publicado un riesgo de recidiva de 5 a 50%.<sup>1</sup> La presencia de enfermedad articular degenerativa adyacente en la articulación interfalángica distal del dedo o en la articulación interfalángica del pulgar y presencia radiográfica de una erosión de presión ósea se han descrito como factores de riesgo probables para la recurrencia.<sup>13</sup> El paciente puede recibir el beneficio de radioterapia si la muestra extirpada muestra evidencia de mitosis o si la escisión es incompleta.<sup>14</sup> Las imágenes obtenidas por resonancia magnética nuclear y otras imágenes avanzadas como la ultrasonografía son herramientas útiles para diagnóstico de los TCG y se deben de utilizar para cualquier sospecha de anormalidad de los tejidos blandos.<sup>15</sup>

Schwannomas (neurilemomas). Es el tumor benigno nervioso más frecuente de la extremidad superior. Estas lesiones surgen de la célula de Schwann y producen una lesión que crece lentamente, bien delimitada y excéntrica en el nervio periférico. Es frecuente diagnosticarlo de forma incorrecta como un ganglión y puede tener una consistencia similar. La RM puede servir para delinear la lesión, pero puede no distinguirlo del neurofibroma o del tumor de vaina nerviosa periférico maligno. Se distingue rápidamente de otros tumores nerviosos en la cirugía porque es fácil de disecar o descortezar del nervio circundante. No es frecuente la recaída. Se han descrito lesiones múltiples en un solo nervio periférico. Son raras las publicaciones sobre una transformación maligna.<sup>1</sup>

Neurofibromas. Son tumores neuronales benignos que surgen dentro de los fascículos nerviosos y suelen ser más difíciles de escindir que los neurilemomas. Pueden verse lesiones solitarias, pero son más frecuentes los neurofibromas múltiples en el marco de la neurofibromatosis.<sup>1</sup>

Clínica y radiológicamente, los neurofibromas son indistinguibles de los neurilemomas y ambos pueden ser diagnosticados erróneamente como otro tumor de tejidos blandos, como un tumor de células gigantes de la vaina del tendón o un quiste sinovial.<sup>11</sup> Durante la cirugía, los quistes sinoviales se encontrarán tangentes

al nervio, el neurilemoma rodeará las fibras nerviosas y será fácilmente desprendido, un neurofibroma a menudo será inseparable de los fascículos nerviosos y requerirá una resección en bloque.<sup>16</sup>

Tumores de células granulares (mioblastoma de células granulares). Los tumores malignos de células granulares constituyen un sarcoma de alto grado raro con un fenotipo schwanniano, están compuestos de células granulares malignas con inclusión citoplasmática lisosómica. Ciento cincuenta y siete casos de tumores malignos de células granulares han sido reportados hasta el momento. Estos tumores surgen en una variedad de sitios, incluyendo la cabeza y el cuello, el tracto digestivo, el tronco, pecho, mediastino, vejiga urinaria y extremidades.<sup>17</sup> En comparación con los tumores de células granulares en general, el subconjunto de tejidos blandos muestra un tamaño promedio más grande y mayor propensión a resecciones incompletas, con características atípicas que son relativamente comunes. Los tumores de células granulares de tejido blando pueden ser levemente más agresivos que sus contrapartes dérmicas o confinadas a un órgano.<sup>18</sup>

Fascitis nodular. La fascitis nodular (NF) es una masa benigna de partes blandas con proliferación miofibroblástica e histología con características pseudosarcomatosas, en general se observa en adultos jóvenes de 20-40 años, sin predilección sexual. Más comúnmente ocurre en las extremidades superiores, seguido por la cabeza, el cuello, el tronco y las extremidades inferiores. Se origina con mayor frecuencia de la capa de grasa subcutánea. Se diagnostica erróneamente como un tumor sarcomatoso porque con frecuencia crece rápido sin evidencia de infección y patología subyacentes, tiene alta celularidad y actividad mitótica y exhibe infiltración local en tejidos adyacentes.<sup>19</sup>

El grado de infiltración celular en el tejido adiposo periférico puede estar asociado con características ecográficas específicas de NF. La mayoría de los casos de NF tenían las características ecográficas de hipocogenicidad no homogénea y un borde ecogénico; estas características se asocian potencialmente con células histopatológicamente infiltrantes en el tejido adiposo periférico.<sup>8</sup>

### **Lesiones malignas de tejidos blandos**

Sarcomas de tejidos blandos. Solo unas pocas series tratan específicamente de sarcomas de tejidos blandos primarios de mano, y como tal, sigue ha-



biendo controversia sobre el significado de este sitio particular del cuerpo en la supervivencia. La noción ampliamente comprendida de que una masa dolorosa representa de forma más frecuente un sarcoma, más que una masa indolora, es aplicable en la mano como se supondría. La cirugía conservadora de extremidades es posible en la mayoría de los casos de tumores en la mano, muy probablemente porque se presentan en una etapa más temprana que en otros sitios del cuerpo.<sup>20</sup> La prevalencia de sarcomas de tejidos blandos dentro de todos los tumores malignos es alrededor de 0.8%. Los sarcomas de tejidos blandos son categorizados, en general, con base en la histogénesis y/o hallazgos citomorfológicos. Algunos tumores malignos son definidos como la diferenciación incierta de los tumores según criterios de la Organización Mundial de la Salud y agrupados. Los subtipos de incertidumbre en la diferenciación de los sarcomas de tejidos blandos de las extremidades son: sarcoma sinovial (SS) (~10%), sarcoma de Ewing extraesquelético (EES) (~2%), sarcoma alveolar de tejidos blandos (ASPS) (~1%), sarcoma de células claras (CCS) (~1%), sarcoma epiteloide (ES) (~1%) y condrosarcoma mixoide extraesquelético (EMC) (~1%).<sup>21</sup>

**Sarcoma epiteloide.** Es un sarcoma de tejidos blandos descrito por primera vez por Enzinger en 1970, afecta de forma predominante las extremidades distales de adolescentes y adultos jóvenes. Aunque el sarcoma epiteloide es uno de los sarcomas más comunes de tejidos de la extremidad superior, con frecuencia se diagnostica erróneamente, lo que puede dar lugar a una resección quirúrgica inadecuada.<sup>22</sup> El manejo mediante resección quirúrgica con o sin radioterapia parece apropiado en ausencia de cualquier tratamiento sistémico efectivo.<sup>9</sup> El pilar de la terapia es la cirugía, el enfoque interdisciplinario que involucre dermatólogos, patólogos, radiólogos, cirujanos, radioterapeutas y oncólogos son obligatorios en los casos de ES. Aunque el pronóstico es muy pobre, el enfoque específico hacia cada paciente para decidir la planificación de la terapia y el rendimiento es necesario para garantizar la mejor funcionalidad posible.<sup>23</sup>

**Sarcoma sinovial.** Es un sarcoma de tejidos blandos maligno de alto grado que surge comúnmente próximo a las articulaciones, los tendones o las bolsas serosas. Aparece con más frecuencia en la zona del carpo y raramente se ve en los dedos.<sup>1</sup> El sarcoma sinovial ocurre en los tejidos blandos profundos de las extremidades. Sin embargo, muy raramente, puede surgir dentro de los nervios periféricos. Designamos

tales casos como sarcoma sinovial de los nervios periféricos. Hasta la fecha, se han descrito 26 casos en la literatura. Estos tumores a menudo se presentan con síntomas de neuropatía y con frecuencia se confunden clínica, radiológica e histológicamente con tumores de la vaina del nervio periférico benignos y malignos.<sup>7</sup> El tratamiento combinado (cirugía y radioterapia) permite 80% de control local a los cinco años. La muerte ocurre en la mayoría de los pacientes con tasas de supervivencia a 5 y 10 años de 60 y 50%, respectivamente. Esto confirma un peor pronóstico en comparación a otros sarcomas de tejidos blandos.<sup>24</sup> El sarcoma sinovial de la mano imita a muchas otras enfermedades como lesiones quísticas, miositis, hematomas, sinovitis, bursitis, tendinitis, infecciones supurativas agudas, etcétera. Debe descartarse mientras se atiende la patología de la mano, en particular en el paciente joven, grupo de edad comúnmente afectado. Debido a la rareza del sitio de la enfermedad, la supervivencia a largo plazo el pronóstico de la enfermedad no están claros y se necesitan evaluaciones futuras adicionales.<sup>25</sup>

**Liposarcoma.** El liposarcoma lipomatoso atípico bien diferenciado (ALT/WDL) representa el tipo más común de tumor maligno del adipocito, representa alrededor de 40-45% de todos los liposarcomas. La dediferenciación ocurre cuando un tumor primario muestra focos de histología sarcomatosa no lipogénica, ya sea de grado alto o bajo, que puede ocurrir en menos de 2% de las lesiones en las extremidades, pero es más probable 20% en los tumores retroperitoneales. La característica clínica más preocupante del liposarcoma dediferenciado es su predilección por metástasis a distancia, visto en hasta 20% de los casos. Hay reportes de casos raros de tumor lipomatoso atípico y liposarcoma de células fusiformes bien diferenciados de la mano.<sup>26</sup> La imagen en la RM puede simular a la del lipoma. Debería abordarse como potencialmente maligna cualquier lesión diagnosticada antes de la operación como lipoma por anamnesis, exploración y estudios radiológicos. El tratamiento apropiado del liposarcoma es la escisión amplia y la radiación complementaria en lesiones grandes. Puede ser necesaria la amputación si no se logran márgenes amplios, en particular en las lesiones de grado alto. Puede considerarse quimioterapia en lesiones muy grandes de alto grado o en pacientes que acuden con metástasis o la presentan después.<sup>1</sup>

**Fibrosarcoma.** Alrededor de 30% de los fibrosarcomas de tejidos blandos aparecen en la extremidad superior, aunque es extremadamente raro que afecten

la mano.<sup>1</sup> El diagnóstico de fibrosarcoma del adulto depende, sobre todo, del estudio de patología; los hallazgos de imagen también tienen valor. La imagen por resonancia magnética (MRI) es la técnica de imagen más valiosa para diagnosticar fibrosarcoma adulto demostrando márgenes y estructuras internas de las masas más claras y precisas que la imagen de tomografía computarizada (TC). Sin embargo, la TC es muy útil para la identificación preoperatoria de las áreas parecidas a bandas de baja señal en todas las secuencias y que representan tabicación fibrosa. Este signo es muy importante para el diagnóstico correcto. La combinación de exámenes como TC y MRI es útil para pacientes con sospecha de fibrosarcoma del adulto.<sup>27</sup>

El fibrosarcoma congénito infantil es un tumor poco frecuente de los tejidos blandos, usualmente afecta las extremidades, se informaron pocos casos relacionados con la mano y un número limitado se presentaron durante el periodo neonatal. Eso representa menos de 1% de todos los tumores malignos infantiles y alrededor de 10% de todos los sarcomas.<sup>28</sup> Se reporta que la tasa de supervivencia es de cinco años para el fibrosarcoma congénito infantil en más de 80%, lo que contrasta con el fibrosarcoma en adultos, donde la tasa de supervivencia a cinco años es sólo de 35%.<sup>29</sup>

Dermatofibrosarcoma protuberante. Tumor maligno raro, de crecimiento lento, grado bajo, localmente agresivo y con una alta tasa de recurrencia y bajo potencial metastásico; con una incidencia de alrededor de cuatro por millón de personas al año, por lo general, afecta a adultos entre 20 y 59 años de edad, con una ligera preponderancia por el género masculino. Lo más común es que afecte al tronco (40-50%), seguido de los segmentos proximales de las extremidades superiores e inferiores (30-40%) y la región de la cabeza y el cuello (10-15%).<sup>30</sup> Histológicamente, se caracteriza por células en forma de huso que por lo general surgen en la dermis, aunque también puede extenderse a los tejidos subcutáneos más profundos.<sup>1</sup> La ubicación del tumor a menudo dicta la invasividad y la tasa de recurrencia; los tumores en las extremidades y cabeza y cuello son más difíciles de erradicar por completo que las lesiones en el tronco. Las metástasis a distancia a pulmones es poco común, pero la invasión local a menudo ocurre con una morbilidad asociada considerable.<sup>5</sup> Es un tumor de tejidos blandos maligno de grado bajo e infrecuente que puede encontrarse en el antebrazo y raramente en la mano. El análisis microscópico retrospectivo de los márgenes de la resección ha mostrado

que 75% de las lesiones pueden escindirse de forma eficaz con un margen de 1 cm, 80% con un margen de 1.5 cm, 85% con un margen de 2 cm y 100% con un margen de 2.5 cm.<sup>1</sup> Las características morfológicas y la historia natural de extremidad distal y acral son más o menos similares a los de sus contrapartes en lugares más comunes, aunque las consideraciones anatómicas y funcionales locales puede hacer que la escisión amplia sea difícil o imposible. El dermatofibrosarcoma protuberante recurrente en estos lugares puede resultar irreseccable, necesitando amputación.<sup>30</sup>

Tumor de vaina nerviosa periférico maligno (neurofibrosarcoma/schwannoma maligno). Alrededor de 30% de los tumores de vaina nerviosa periféricos malignos ocurren en la extremidad superior y 50% de los casos surge en el marco de la neurofibromatosis.<sup>1</sup> El neurofibrosarcoma (NFS) es una neoplasia maligna poco común que ocurre con mayor frecuencia en pacientes con neurofibromatosis-1 (NF-1). Esta rara neoplasia puede surgir independientemente de tejidos blandos somáticos y nervios periféricos en asociación con NF-1 o con escasa frecuencia como hallazgo esporádico solitario, lo que representa 5% de los sarcomas de tejidos blandos. El tumor de vaina nerviosa periférico maligno se conoce por su tendencia a crecer a lo largo de los nervios periféricos y tiene una frecuencia excepcionalmente alta de recidiva local, incluso después de la amputación. Este tumor no parece radiosensible y tampoco se ha demostrado que la quimioterapia sea beneficiosa.<sup>1</sup> La cirugía es la base del tratamiento, a través de una resección quirúrgica completa del tumor con márgenes de tejido circundante que parece normal. Independientemente del control inicial o posterior de la enfermedad local, algunos pacientes pueden desarrollar enfermedad metastásica.<sup>31</sup>

Rabdomiosarcoma. El rabdomiosarcoma es un tumor maligno de células redondas, es poco común en la mano, y se presenta con mayor frecuencia en la infancia. Las lesiones en la extremidad superior y distal tienden a tener un mejor pronóstico que las ubicadas en la extremidad inferior o más proximal. Aunque el rabdomiosarcoma alveolar era considerado de peor pronóstico, los regímenes de quimioterapia intensiva han mejorado las perspectivas para este subtipo histológico. La supervivencia ha mejorado de forma significativa en las últimas décadas con quimioterapia y radiación efectivas. El control local mediante cirugía con márgenes negativos es crucial, prefiriéndose la preservación del miembro sobre la amputación, para luego complementar con radioterapia si es necesario.

La evaluación de los ganglios linfáticos regionales es importante, tanto para la estadificación como para guiar el tratamiento sistémico, ya que existe un riesgo considerable de metástasis linfática.<sup>1</sup>

**Leiomiomas.** Es más frecuente en las vísceras y raramente se presenta en la mano. Surge en zonas de músculo liso y se ha visto en las venas de la mano. Algunos informes han notado un índice particularmente alto de recidiva local cuando no se administra radiación después de la cirugía en las lesiones de la extremidad. El método de elección es una escisión amplia y un tratamiento coadyuvante.<sup>1</sup>

**Sarcoma de células claras.** El sarcoma de células claras, también conocido como melanoma maligno de partes blandas, es un tipo infrecuente de sarcoma que suele manifestarse cerca de tendones y aponeurosis. A menudo, ha sido confundido con el melanoma lentiginoso acral metastásico. Este tipo de sarcoma presenta un riesgo significativo de recurrencia local y tiene el potencial de hacer metástasis en ganglios linfáticos regionales, con una tasa alta de 53%.<sup>1</sup> Es un tumor de tejidos blandos extremadamente raro que produce melanina, representa alrededor de 1% de todos los tumores de tejidos blandos. También se conoce como melanoma maligno de tejidos blandos. A pesar de tener similitudes histológicas con el melanoma maligno, es clínica y genéticamente distinto de él. Es un tumor, que involucra tendones y aponeurosis. Tiene una predilección por las extremidades inferiores, en especial el pie y la región del tobillo, que representan cerca de 40% de casos. Alrededor de 70% de los casos poseen una translocación equilibrada t (12; 22), (q13; q12) Gen ATF1 en el cromosoma 12 y el gen EWS en el cromosoma 22, que no se encuentran en el melanoma maligno. Es crítico, sin embargo, desafiante reconocer el sarcoma de células claras de tejido blando debido a su rareza, presentación benigna y parecido histopatológico al melanoma maligno.<sup>32</sup>

**Limitantes del estudio:** Debido al tamaño de la muestra no se puede tomar como algo representativo para la población general, la duración del estudio puede extenderse por más tiempo debido a que existen varios tumores malignos que tienen un tiempo de latencia mayor. Una mejor selección demográfica puede contribuir a un mejor análisis de la incidencia y factores de riesgo.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden de forma significativa con los hallazgos documentados

en la literatura mundial. Por ejemplo, el porcentaje de tumores benignos de tejidos blandos que afectan a la mano es similar, siendo el quiste sinovial el tumor más diagnosticado, como suele ocurrir en la mayoría de las series de pacientes. Además, la baja incidencia de tumores malignos que observamos también se asemeja a lo reportado en la literatura global. Sin embargo, estos tumores representan un desafío clínico, diagnóstico y terapéutico considerable que requiere un enfoque multidisciplinario. Esto incluye la colaboración del cirujano de mano, el patólogo y oncólogos médicos y quirúrgicos, entre otros profesionales. Un diagnóstico temprano puede facilitar la conservación significativa de la función de la mano.

La escala *Quick DASH* arrojó como resultado una buena función de la mano en general recordando que, de acuerdo a esta puntuación, a mayor porcentaje mayor grado de discapacidad.

En un futuro, consideramos esencial ampliar la muestra de pacientes y realizar un seguimiento a largo plazo más exhaustivo, así como evaluaciones periódicas con el apoyo de escalas como *Quick DASH*, asimismo considerar llevar a cabo evaluaciones prequirúrgica y postquirúrgicamente de manera metódica. Este trabajo podría servir como base para, en un futuro, continuar con el estudio de los tumores de tejidos blandos en la mano que afectan a los pacientes que corresponden a la población del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, con la finalidad de poder otorgar un diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado, siempre tratando de conservar la función de las manos de las personas afectadas por estos tumores.

## Referencias

1. Edward A. Athanasian. Green's Cirugía de la Mano. Editorial Marban, 5ta edición. 2007. Capítulo 63: Tumores óseos y de tejidos blandos. Págs: 2211-2248.
2. Ahmed A, El Gawad M, Amir M. Clinicopathological study of soft tissue tumors and tumorlike conditions around the wrist and the hand. EOA. 2017; 52 (3): 236-241.
3. Khaled W, Drapé J. MRI of wrist and hand masses. SFR. 2015; 96 (12): 1238-1246.
4. Lee S, Yoon S. Ultrasonographic and clinical characteristics of schwannoma of the hand. CÍOS. 2017; 9 (1): 91-95.
5. Iyengar R, Kiwanuka E, Mangray S, Cruz A, Katarincic J, Bhatt R. Diagnosis and management of dermatofibrosarcoma protuberans in a 3-year-old patient. JHS. 2017; 42 (9): 756.e1-756.e5.
6. Hoellwarth J, Goitz R. Lipofibromatous hamartoma of the palmar cutaneous branch of the median nerve. JHM. 2018; 10 (02): 109-112.
7. Chrisinger J, Salem U, Kindblom L, Amini B, Hansson M, Meis J. Synovial sarcoma of peripheral nerves. Am J Surg Pathol. 2017; 41 (8): 1087-1096.

8. Bernstein K, Lattes R. Nodular (pseudosarcomatous) fasciitis, a nonrecurrent lesion: Clinicopathologic study of 134 cases. *Cancer*. 1982; 49 (8): 1668-1678.
9. Pradhan A, Grimer R, Abudu A, Tillman R, Carter S, Jeys L, et al. Epithelioid sarcomas: how important is loco-regional control. *EJSO*. 2017; 43 (9): 1746-1752.
10. Tripoli M, Cordova A, Moschella F. Characteristics, management techniques, and outcomes of the most common soft-tissue hand tumors. *Ann Plast Surg*. 2017; 79 (6): 558-565.
11. Hoellwarth J, Goitz R. Lipofibromatous hamartoma of the palmar cutaneous branch of the median nerve. *JHM*. 2018; 10 (2): 109-112.
12. Abdelshaheed M. Extensive intraneural fascicular dissection of a lipofibromatous hamartoma of the ulnar digital nerve of the thumb. *Eur J Plast Surg*. 2018; 41: 605-608.
13. Tseng S, Hung J. Giant cell tumor of tendon sheath of the hand-a retrospective study. *Indian J Surg*. 2017; 80: 500-504.
14. Singh A, Yadav N, Dogra B, Singh A. Giant cell tumor of tendon sheath. 2017; 4: 3785.
15. Levi M, Crafton J. Rare giant cell tumor of the distal flexor digitorum longus tendon sheath and early diagnosis with use of magnetic resonance imaging. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017; 107 (4): 333-336.
16. Stahl I, Calif E, Dreyfuss D. Multiple plexiform neurofibroma of the hand misdiagnosed as ganglion cyst. *JHM*. 2017; 9 (1): 45-46.
17. Tsukamoto S, Takeda M, Honoki K, Omokawa S, Tanaka Y. Malignant granular cell tumor of the median nerve: a case report with a literature review of 157 cases. *Skeletal Radiol*. 2019; 48 (2): 307-316.
18. Stemm M, Suster D, Wakely P, Suster S. Typical and atypical granular cell tumors of soft tissue. *Am J Clin Pathol*. 2017; 148 (2): 161-166.
19. Yen H, Chiou H, Chou Y, Chen C, Guo W. Nodular fasciitis: sonographic- pathologic correlation. *Ultrasound Med Biol*. 2017; 43 (4): 860-867.
20. Nicholson S, Milner R, Ragbir M. Soft tissue sarcoma of the hand and wrist: epidemiology and management challenges. *JHM*. 2018; 10 (2): 86-92.
21. Ozturk R, Aydin M, Murat-Arikan S, Akif-Simsek M, Toptas E, Safak-Gungor B. Extremity soft tissue sarcomas of uncertain differentiation: presentation, treatment and outcomes in a clinical series of 60 patients. *Bakirkoy Tip Derg/Med J Bakirkoy*. 2018; 31-39.
22. Tomori Y, Ohashi R, Sawaizumi T, Naito Z, Nanno M, Takai S. Intramuscular epithelioid sarcoma presenting as extrinsic flexor tightness in the forearm. *JHS*. 2018; 43(10): 954.e1-954.e5.
23. Giacchetti A, Bobyr I, Scarpelli M, Ricotti G. Outcomes of surgical treatment alone in elder patient with classic-type epithelioid sarcoma. Case report. *J Dermatol Surg*. 2017; 21 (1): 35-38.
24. Bianchi G, Sambri A, Righi A, Dei-Tos A, Picci P, Donati D. Histology and grading are important prognostic factors in synovial sarcoma. *EJSO*. 2017; 43 (9): 1733-1739.
25. Sahoo T. Synovial sarcoma of palmar aspect of hand and survival: a rare case report. *JCDR*. 2017; 11(7):XD09-XD11.
26. Ramirez D, Hwang S, Athanasian E, Wang L, Hameed M. Atypical lipomatous tumor of the hand with transformation to dedifferentiated liposarcoma: a case report. *Skeletal Radiol*. 2017; 47 (5): 703-709.
27. Wang H, Nie P, Dong C, Li J, Huang Y, Hao D et al. CT and MRI Findings of Soft Tissue Adult Fibrosarcoma in Extremities. *Biomed Res. Int*. 2018; 2018: 1-7.
28. Zahid-Hossain AKM, Gazi-Zahirul H, Tossaddeque-Hossain S, Dinesh-Prasad K. Congenital-infantile fibrosarcoma of hand - a case report. *SciFed Dent Oral Res J*. 2016; 1 (2): 555560.
29. Georgiev G, Slavchev S, Ananiev J. A rare case of dermatofibrosarcoma protuberans of the thumb in an 80-year-old Woman. *Cureus*. 2018; 10 (1):e2016.
30. Shah K, McHugh J, Folpe A, Patel R. Dermatofibrosarcoma protuberans of distal extremities and acral sites. *Am J Surg Pathol*. 2018; 42 (3): 413-419.
31. Asuquo M, Nwagbara V, Nnoli M, Ashindoitiang J, Ugbem T, Akpan S. Neurofibrosarcoma: case series in south-south Nigeria. *Int J Med*. 2017; 5 (1): 79.
32. Trisal M, Khan S, Mohd-Jaseem H, Jetley S, Husain M. Clear cell sarcoma in an elderly female - A rare case report with literature review. *J Diagn Pathol Oncol*. 2017; 2 (2): 37-39.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.



## Chondromyxoid fibroma of the clavicle. Case contribution and classification proposal for clavicular resections

*Fibroma condromixóide de la clavícula. Aporte de caso y propuesta de clasificación para resecciones claviculares*

Luis Jair Sánchez-Torres,<sup>\*,‡</sup> Edgar Iván Dávila Hernández,<sup>\*,§</sup> María Fernanda Jiménez García,<sup>\*,¶</sup> Perla Lidia Pérez Pineda,<sup>\*,||</sup> María Magdalena Chávez Reyna<sup>\*,\*\*</sup>

<sup>\*</sup>High Specialty Medical Unit in Orthopedics and Traumatology. Northeast National Medical Center. Mexican Institute of Social Security. Monterrey, Mexico; <sup>‡</sup>Musculoskeletal Tumors. Attached Physician to Hip and Pelvic Surgery Service; <sup>§</sup>Chief of the Pediatric Orthopedics Service; <sup>¶</sup>Attached Physician to the Pediatric Orthopedics Service; <sup>||</sup>Resident of Orthopedics and Traumatology; <sup>\*\*</sup>Chief of Pathology Service.

### Abstract

The clavicle is an uncommon site for bone tumors; if it is a chondromyxoid fibroma, it is even more so. Social circumstances and alterations in the dynamics of health systems during the COVID-19 pandemic generated a delay in the diagnosis and treatment of many patients. We present the case of a 13-year-old female patient with a large neoplasm located in the left clavicle. After a complete imaging study, two biopsies were performed, diagnosing chondromyxoid fibroma. Radical claviclectomy without reconstruction is planned and performed. The clinical and functional results were excellent. The importance of the case lies in the fact that it corresponds to the tenth clavicular chondromyxoid fibroma reported in literature, and possibly the largest resected.

**Keywords:** clavicle, chondromyxoid fibroma, claviclectomy, classification.

### Resumen

La clavícula es un sitio infrecuente para tumores óseos, si se trata de un fibroma condromixóide, lo es aún más. Circunstancias sociales y alteraciones en las dinámicas de los sistemas de salud durante la pandemia COVID-19 generaron retraso en el diagnóstico y tratamiento de muchos pacientes. Presentamos el caso de paciente femenino de 13 años portadora de una neoplasia de grandes dimensiones localizada en la clavícula izquierda. Previo estudio imagenológico, se realizan dos biopsias que diagnostican fibroma condromixóide; se planea y realiza una claviclectomía radical sin reconstrucción. Los resultados clínicos y funcionales fueron excelentes. La importancia del caso radica en que corresponde al décimo fibroma condromixóide clavicular reportado en la literatura y posiblemente el de mayores dimensiones resecado.

**Palabras clave:** clavícula, fibroma condromixóide, claviclectomía, clasificación.

## Introduction

The clavicle is a very rare site for bone tumors<sup>1,2</sup> and the majority of them are malignant lesions<sup>1,3,4</sup> including metastatic bone disease.<sup>5</sup> The incidence of tumors of the clavicle is reported of less than 1%,<sup>2,4-7</sup>

therefore, surgical experience for the treatment of clavicular tumors is usually limited.

The clavicle is an S-shaped, slender and subcutaneous bone that is connected to the sternal shaft and the acromion, which play an important part in constituting the sternoclavicular and acromioclavicular

### Correspondence:

Dr. Luis Jair Sánchez-Torres

**E-mail:** dolorarticular@gmail.com

Received: 02-12-2024. Accepted: 05-30-2024.

**How to cite:** Sánchez-Torres LJ, Dávila HEI, Jiménez GMF, Pérez PPL, Chávez RMM. Chondromyxoid fibroma of the clavicle. Case contribution and classification proposal for clavicular resections. Orthotips. 2024; 20 (4): 244-249. <https://dx.doi.org/10.35366/117678>



joints, respectively.<sup>8</sup> The clavicle represents an important element in the anatomical and functional conjunction between the shoulder girdle and the thorax, and consequently with the axial skeleton.

The clavicle is an unusual bone from the perspectives of its embryology, morphology, localization, and function. It is the first ossified bone in the embryo; probably at five months<sup>2,9</sup> and ossifies by membranous ossification.<sup>2,5</sup> Clavicle contains two primary ossifications centers and only one secondary ossification center;<sup>2</sup> it has no significant medullary cavity.<sup>2,5,6</sup> The clavicle has sparse vascular supply with minimal red marrow surrounded by thick cortices of compact bone;<sup>5,6,9</sup> it is the only bone of the long bones whose anatomical position is on the horizontal axis.<sup>2,5,6</sup> Clavicle acts as a link between the upper limbs and the thorax, connecting the axial to the appendicular skeleton<sup>5</sup> and shares its oncological characteristics with flat bones and not with other long bones.<sup>4</sup>

The importance of clavicular tumors and their treatment derive from their particular anatomical location relating to structures of vital importance. Neoplasms of the periclavicular area and the neck, are considered with extracompartmental location;<sup>10</sup> there are no anatomical barriers to tumor extension. Fortunately, the clavicle is a bone that can be resected without causing significant disability.<sup>1</sup>

The most common tumors located at clavicle are: eosinophilic granuloma, bone metastasis and plasma cell myeloma.<sup>6</sup> Other common neoplastic lesions include aneurysmal bone cyst, osteochondroma, Ewing sarcoma, chondrosarcoma and osteosarcoma. Some tumors such as chondrosarcoma, usually occur in sternum



**Figure 1:** This axial tomography projection allows us to observe the size of the neoplasm in relation to the dimensions of the patient's chest.



**Figure 2:** In the coronal tomographic projection it is possible to observe the compression and displacement of the left structures of the neck due to tumor size.

and scapula;<sup>11-14</sup> when they extend extra-articularly, at least one clavicular segment should be resected *en bloc* with the originally affected area. Systematically, chondromyxoid fibroma is not considered as presumptive diagnosis for tumors that involve the clavicle.

Chondromyxoid fibroma has been defined by World Health Organization in 2020 as a benign lobulated cartilaginous neoplasm with a zonal architecture composed of chondroid, myxoid and myofibroblastic areas.<sup>15</sup> This lesion represents less than 1% of all primary bone tumors<sup>16-18</sup> and less than 5% of benign chondrogenic bone tumors.<sup>16</sup>

Chondromyxoid fibroma of the clavicle is exceedingly rare. After an exhaustive targeted search, Arora et al<sup>19</sup> were able to find six cases reported in the literature, and the mention of two more in reviews focused on the diagnosis. As far as we have found, the case contributed by Arora et al<sup>19</sup> is the most recently reported. Under this context, the objective of the present paper is to present the tenth case of chondromyxoid fibroma located in the clavicle, and possibly the largest resected one.<sup>19-27</sup>

### **Case presentation**

We present the case of a 13-year-old female patient referred to the Pediatric Orthopedics Service

of the High Specialty Medical Unit in Traumatology and Orthopedics of the Northeast National Medical Center, belonging to the Mexican Social Security Institute, in Monterrey, Mexico. Upon admission, the patient had a history of pathological fracture of the left clavicle, since this event, progressive growth of a mass with neoplastic characteristics has occurred at the expense of the clavicle; a biopsy diagnosed chondromyxoid fibroma. The late reference to our hospital derived from the alterations generated in the health system by the COVID-19 pandemic situation. Once in the Pediatric Orthopedics Service, her general blood tests and imaging studies are updated.

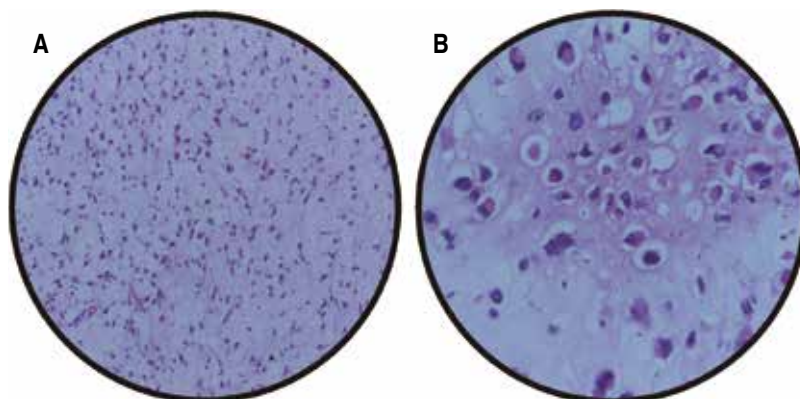


**Figure 3:** This sagittal MRI projection reveals the tumor's proximity to vital vascular structures.

Clinically, a firm mass is observed in the left clavicular area whose dimensions are 16 × 12 × 13 centimeters. An important collateral venous network is evident, and palpation does not generate pain. The scar from the previous open biopsy is located longitudinal to the clavicular axis.

By conventional radiology, the absence of the clavicle was observed with its replacement by a soft tissue mass with neoplastic characteristics. Computer tomography (*Figures 1 and 2*) and magnetic resonance imaging (*Figure 3*) show a neoplastic lesion which replaces the left clavicle and generates compression and vascular displacement. No evidence of sternal and/or acromial involvement is seen. The lesion rests on the first and second left ribs, however tumor involvement of it is not proven due to continuity. Both studies showed tracheal and thyroid shift to the right and the neurovascular structures of the neck (internal and external jugular veins, subclavian vein, common carotid artery and brachial plexus) are shown compressed and displaced. By magnetic resonance imaging, T1-weighted sequences showed isointensity to muscle, and T2-weighted sequences showed heterogeneous hyperintensity (*Figure 3*).

After the complete review of the case, and considering the rarity of the diagnosis and the dimensions of the tumor mass, a second open biopsy is performed continuing the axis of the first. Chondromyxoid fibroma was diagnosed again. Total claviclectomy (radical resection of the clavicle) without reconstruction is then planned, and prior signing of the corresponding informed consent, was performed. The patient's transoperative and postsurgical hemodynamic status was stable. There were no neurovascular sequelae in the immediate postoperative period. The healing process of the surgical wound was carried out without major



**Figure 4:**

**A)** 10×. Mesenchymatous neoplasm in a lax myxoid background, with moderate cellularity and absence of atypia. **B)** 40×. Mononuclear mature chondrocytes with reactive characteristics in a myxoid background.



**Figure 5:** Radiological control after one year of radical resection of the left clavicle. Based on the classification proposed in the presentation of this case, this is a resection I + II + III.

complications. The histological study of the surgical specimen was consistent with that of the two biopsies previously performed (*Figure 4*).

With one year of follow-up, the patient is asymptomatic, without clinical and imaging data of recurrence, and without functional limitation. Being a neoplastic clinical situation, the methodology to evaluate the functional postoperative result was through the Functional Score of the Musculoskeletal Tumor Society (MSTS score)<sup>28</sup> that evaluates six domains scored on a 0 to 5 scale and transformed into an overall score ranging from 0 to 100% with higher score for better results: pain, functional activity, hand positioning, dexterity, lifting ability and emotional acceptance. Personal satisfaction and functional result, were completely satisfactory: 30/30 (*Figure 5*).

## Discussion

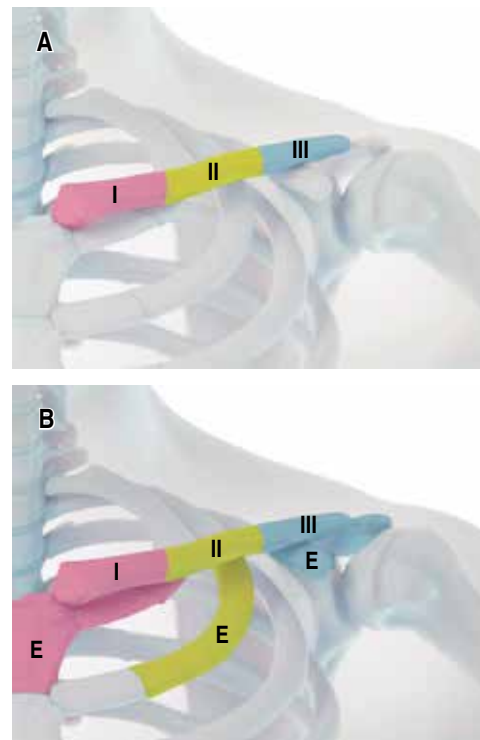
Clavicular tumors may be associated with nonspecific symptoms such as local pain, swelling, or shoulder stiffness. Owing to the rarity of such tumors and lack of specific symptoms, diagnosis can be delayed.<sup>7</sup> Specifically, in the case reported in this paper, social pandemic disruptions played an important role in the dimensions that the neoplasm reached.

Chondromyxoid fibroma can occur at almost any skeletal site. It is most frequent in the long bones, most often the proximal tibia and distal femur; flat

bones are affected in approximately 25% of cases.<sup>15</sup> The differential diagnosis of chondromyxoid fibroma is mainly with chondroblastoma, enchondroma and low-grade chondrosarcoma. Immunohistochemistry and diagnostic molecular pathology are generally not needed for diagnosis. The cartilaginous nature of this tumor is reflected by immunopositivity for S100. In selected cases, identification of the exceedingly specific upregulation of GRM1 expression in chondromyxoid fibroma could be a strong diagnostic adjunct in distinguishing this entity from its mimics.<sup>15</sup>

Clavicular chondromyxoid fibromas are excessively uncommon and practically have been only described as case reports in the literature.

The reported case differs from those found in the literature mainly due to its dimensions and the resulting surgical complexity for its resection. Generally, experience in total claviclectomy is scarce, even in highly specialized centers.



**Figure 6:** The classification used and proposed divides the clavicle into 3 thirds. **A)** The medial third corresponds to segment I, the middle third to segment II, and the lateral third to segment III. **B)** Given the need to extend a resection in any of the segments due to tumor involvement to sternum, rib and/or scapula, the segment or segments must be accompanied by the letter E (Extended).



The clavicle can be divided into three segments: sternal end, middle segment and acromial end. Existing classifications for shoulder girdle resections<sup>29-34</sup> do not satisfactorily consider the clavicle as a leading bone in the shoulder girdle, potentially carrying neoplastic pathology. The clavicle, like the rest of the skeletal structures, can be treated by intralesional or marginal resections, however under certain clinical circumstances including the case that we are contributing to the literature, wide or radical resections are required. Given the low incidence of clavicular tumors and resections due to oncological etiology, as well as considering the articular and non-articular relationships of the clavicle, in the present paper we also propose, for classification purposes, dividing the clavicle into 3 thirds with the possibility of extending the resection extra-articular towards the sternum in the medial third, to rib in the middle third, and / or to scapula in the lateral third. Based in this proposal, in this case the resection performed corresponds to a type I + II + III resection (likewise corresponding to a radical resection of the clavicle under the parameters described by Enneking et al).<sup>10,31</sup> In some cases, given the need to extend towards the sternum, rib and/or scapula, the corresponding segment would be accompanied by the letter E (Extended) (*Figure 6*).

Tumors located in the clavicle can involve the entire clavicle.<sup>2</sup> Total or subtotal excision of the clavicle is rarely associated with a clinically significant loss of function,<sup>1</sup> however many sequels such as shoulder dropping, postoperative pain, limited motion of the shoulder joint, reduction of muscular strength, neurologic function deficit, and restriction of daily activities have been described.<sup>8,35</sup> Fortunately, these complications and sequelae did not occur in the reported case.

Different methods as vascularized fibular graft, bone cement prosthesis and customized 3-D printed titanium prosthesis have been described to reconstruct the clavicle and its anatomical-functional environment, however, and agree with Chen et al (2018)<sup>36</sup> and Atalay et al (2020),<sup>35</sup> we consider that reconstruction after claviculectomy is unnecessary and can be associated with the increase of the incidence of different complications.

## Conclusions

Clavicular tumors are uncommon and chondromyxoid fibroma in the clavicle is exceedingly rare. A late diagnosis makes surgical treatment difficult,

however, clavicular resections are not associated with important functional sequelae. Surgery is still the main treatment modality for primary clavicular tumors and tumorous conditions. In most orthopedic centers, experience in the treatment of clavicular tumors is usually minimal. A classification system for clavicular resections facilitates understanding of the characteristics of a neoplasm, as well as the treatment to be performed. The close anatomic relationship between the clavicle and certain important vascular structures, makes neoplastic resections difficult; fortunately, the clavicle is considered as a dispensable bone. In general terms, the experience in the treatment of clavicular tumors and partial, total and extended claviculectomy, is very scarce.

## References

1. Kapoor S, Tiwari A, Kapoor S. Primary tumours and tumorous lesions of clavicle. *Int Orthop (SICOT)*. 2008; 32 (6): 829-834.
2. Korkmaz I, Ulucakoy C, Ayhan B, Büyükdemirci E, Semis HS, Atalay IB, et al. Clinical outcomes of tumors and tumor-like lesions located in the clavicle. *Jt Dis Relat Surg*. 2022; 33 (2): 449-454.
3. De Giacomo T, Diso D, Tsagkaropoulos S, Francioni F, Venuta F. Primary sarcoma of the clavicle. *Ann Thorac Surg*. 2010; 89 (3): 989.
4. Prabowo Y, Armin MF, Alhuraiby SS, Canintika AF. Surgical techniques for medial clavicular tumors: a report of 3 cases. *Int J Surg Case Rep*. 2023; 106: 108115. doi: 10.1016/j.ijscr.2023.108115.
5. Nistor CE, Ciuche A, Cucu AP, Servan B, Cursaru A, Cretu B, et al. Clavicular malignancies: a borderline surgical management. *Medicina (Kaunas)*. 2022; 58 (7): 910. doi: 10.3390/medicina58070910.
6. Priemel MH, Stiel N, Justin J, Luebke AM, Schlickewei C, Spiro AS. Bone tumours of the clavicle: histopathological, anatomical and epidemiological analysis of 113 cases. *J Bone Oncol*. 2019; 16: 100229. doi: 10.1016/j.jbo.2019.100229.
7. Smolle MA, Niethard M, Schrader C, Bergovec M, Tunn PU, Friesenbichler J, et al. Clinical and functional outcome after partial or total claviculectomy without reconstruction for oncologic causes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2023; 32 (9): 1967-1971.
8. Liu Y, Huang XY, Feng WY, Luo XT, Wei CW, Liu JH, et al. Analysis of the clinical efficacy of tumor resection methods used in 20 patients with clavicular tumor. *World J Surg Oncol* 2019; 17 (1): 106. doi: 10.1186/s12957-019-1642-4.
9. Yu BH, Han SM, Sun T, Cao L, Wu HZ, Shi YH, et al. Clinical and imaging analysis of primary tumors of the clavicle. *Iran J Radiol*. 2020; 17 (3): e98611. doi: 10.5812/iranjradiol.98611.
10. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 1980; 153: 106-129.
11. Lenze U, Angelini A, Pohlig F, Knebel C, Trovarelli G, Berizzi A, et al. Chondrosarcoma of the chest wall: a review of 53 cases from two institutions. *Anticancer Res*. 2020; 40: 1519-1526.
12. Ersoz E, Evman S, Alpay L, Akyil M, Vayvada M, Gürer D, et al. Chondrosarcoma of the anterior chest wall: surgical resection and reconstruction with titanium mesh. *J Thorac Dis*. 2014; (10): E230-E233.

13. Houdek MT, Wilke BK, Barlow JD. Management of scapular tumors. *Orthop Clin N Am.* 2023; 54 (1): 101-108. doi: 10.1016/j.ocl.2022.08.009.
14. Abdelrahman I, El-Sherbiny M, Fayek I, Shaker I, Taher M. Clinicopathological study and management of primary malignant scapular tumors; 10 years National Cancer Institute experience. *Egypt J Hosp Med.* 2023; 91 (1): 3807-3812.
15. Hogendoorn PW, Bloem JL, Bridge JA. Chondromyxoid fibroma. In: WHO Classification of Tumours Editorial Board. Soft tissue and bone tumours. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer; 2020. WHO classification of tumours series. 5th Edition, Volume 3, 2020: 362-364. World Health Organization. <https://publications.iarc.fr/588>
16. Gitelis S, Soorapanth C. Benign chondroid tumors. In: Melendez LR. Orthopaedic Knowledge Update. Musculoskeletal Tumors. American Academy of Orthopaedics Surgeons. Musculoskeletal Tumor Society. 2002; 11: 103-111.
17. Engel H, Herget GW, Füllgraf H, Sutter R, Benndorf M, Bamberg F, et al. Chondrogenic bone tumors: the importance of imaging characteristics. *Fortschr Rontgenstr.* 2021; 193 (3): 262-274.
18. Cappelle S, Pans S, Scirot R. Imaging features of chondromyxoid fibroma: report of 15 cases and literature review. *Br J Radiol.* 2016; 89 (1064): 20160088. doi: 10.1259/bjr.20160088.
19. Arora S, Kashyap A, Maini L, Saran RK. Chondromyxoid fibroma of clavicle presenting as radiological disappearance of bone. *Ann Natl Acad Med Sci (India)* 2023; 59 (6): 109-114.
20. Zillmer DA, Dorfman HD. Chondromyxoid fibroma of bone: thirty-six cases with clinicopathologic correlation. *Hum Pathol.* 1989; 20 (19): 952-964.
21. Wu CT, Inwards CY, O'Laughlin S, Rock MG, Beabout JW, Unni KK. Chondromyxoid fibroma of bone: a clinicopathologic review of 278 cases. *Hum Pathol.* 1998; 29 (5): 438-446.
22. Nakazora S, Kusuzaki K, Matsumine A, Seto M, Fukutome K, Uchida A. Case report: chondromyxoid fibroma arising at the clavicular diaphysis. *Anticancer Res.* 2003; 23 (4): 3517-3522.
23. Pattamapaspong N, Peh WCG, Tan MH, Hwang JSG, Tan PH. Chondromyxoid fibroma of the distal clavicle. *Pathology.* 2006; 38 (5): 464-466.
24. Sakamoto A, Tanaka K, Matsuda S, Hosokawa A, Harimaya K, Yoshida T, et al. Chondromyxoid fibroma of the clavicle. *J Orthop Sci.* 2006; 11 (5): 533-536.
25. Khan SA, Kumar A, Varshney MK, Rastogi S. Chondromyxoid fibroma of the clavicle in a child. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2008; 18 (2): 135-137.
26. Aggarwal A, Bachhal V, Soni A, Rangdal S. Chondromyxoid fibroma of the clavicle extending to the adjacent joint: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012; 20 (3): 402-405.
27. Hope JMV, Sane JC, Souleymane D, Mugabo F, Bitega JP, Nikiema AN, et al. Chondromyxoid fibroma of the distal clavicle: report of an additional case at very unusual anatomic location. *JOJ Orthoped Ortho Surg.* 2018; 2 (2): 555581. doi: 10.19080/JOJOos.2018.02.555581.
28. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawer M, Pritchard DL. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 286: 241-246.
29. Malawer MM, Meller I, Dunham WK. Shoulder girdle resections for bone and soft tissue tumors: analysis of 38 patients and presentation of a unified classification system. In: Yamamuro T (ed): *International Symposium on Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology.* New York, Springer-Verlag. 1988: 519-530.
30. Malawer MM, Link MP, Donaldson SS. Sarcomas of bone. In: De vita VT Jr, Hellman S, Rosenberg SA (eds): *Cancer, principles and practice of oncology.* Ed 3. Philadelphia, Lippincott 1989: 1418-1468.
31. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt M, Malawer MM, Pritchard DJ. A system for the classification of skeletal resections. *Chir Org Mov.* 1990; 75 (1): 217-240.
32. O'Connor MI, Sim FH, Chao EYS. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. Intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78-A (12): 1872-1888.
33. Oztürk R, Arikan SM, Togrul G, Güngör BS. Malignant tumors of the shoulder girdle: surgical and functional outcomes. *J Orthop Surg.* 2019; 27 (2): 1-8. doi: 10.1177/2309499019838355.
34. Shehadeh A, Ja'afar A, Isleem U, Salem A. Shoulder girdle resection: surgical technique modification and introduction of a new classification system. *World J Surg Oncol.* 2019; 17: 107. doi: 10.1186/s12957-019-1636-2.
35. Atalay IB, Yilmaz S, Yapar A, Togrul G, Ulucakoy C, Karakoc Y. A clinicopathological analysis and functional outcomes of claviclectomy in primary malignant tumours of clavicle. *J Clin Diagn Res.* 2020; 14 (2): RC01-RC05. doi: 10.7860/JCDR/2020/42981.13538.
36. Chen Y, Yu X, Huang W, Wang B. Is clavicular reconstruction imperative for total and subtotal claviclectomy? A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018; 27 (5): E141-E148. doi: 10.1016/j.jse.2017.11.003.

## Conflicts of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest.





## Orthotips, tres décadas de publicación científica

### *Orthotips, three decades of scientific publication*

**Víctor Toledo-Infanson\***

*\*Cirujano ortopédista. Presidente de la Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología, A.C. (FEMECOT) 2014-2016. Coordinador del Comité Editorial de la FEMECOT. Editor emérito de la revista Orthotips AMOT, Órgano Oficial de Difusión Científica de la FEMECOT. ORCID: 0000-0002-1137-1398*

#### Resumen

Los orígenes de la Asociación Mexicana de Ortopedia y Traumatología, A.C. (AMOT) se remontan a los años 60 del siglo pasado y aunque sus objetivos originales eran la igualdad de representación y derechos para todos los especialistas en traumatología y ortopedia de la República Mexicana, indistintamente de su lugar de residencia, es hasta después de su primer congreso celebrado en 1971 en la ciudad de Monterrey cuando se incluye en sus objetivos el preparar, editar y distribuir publicaciones y otras informaciones relacionadas con la especialidad. Hubo varios intentos de tener una publicación permanente; sin embargo, fue hasta el final de la gestión del Dr. F. Javier Pasos Novelo (presidente 2005-2007) en el año 2007 cuando se iniciaron los trámites para la adquisición de la revista Orthotips, misma que se concretó en marzo del año siguiente durante la administración del Dr. Ramiro Padilla Gutiérrez (presidente 2007-2009). Desde entonces, Orthotips AMOT se ha publicado en forma ininterrumpida, teniendo una producción a la fecha de 65 números y 707 artículos a lo largo de sus 19 años de existencia. En el presente ha iniciado un proceso de actualización adecuado a los nuevos tiempos de la FEMECOT.

**Palabras clave:** Orthotips, AMOT, FEMECOT, difusión científica, revista médica.

#### Abstract

*The origins of the Mexican Association of Orthopedics and Traumatology, A.C. (AMOT) dates back to the 60 of the last century and although its original objectives were equal representation and rights for all specialists in traumatology and orthopedics in the Mexican Republic, regardless of their place of residence, it is until after its first congress held in 1971 in the city of Monterrey when it was included in its objectives; preparing, editing and distributing publications and other information related to the specialty. There were several attempts to have a permanent publication, however it was not until the end of the administration of Dr. F. Javier Pasos Novelo (president 2005-2007) in 2007 when the procedures for the acquisition of Orthotips magazine began, which it took place in March of the following year during the administration of Dr. Ramiro Padilla Gutiérrez (president 2007-2009). Since then Orthotips AMOT has been published uninterruptedly, with a production to date of 65 issues and 707 articles throughout its 19 years of existence. Currently, an update process appropriate to the new times of FEMECOT has begun.*

**Keywords:** Orthotips, AMOT, FEMECOT, scientific divulgation, medical journal.

## Introducción

La fundación de la Asociación Mexicana de Ortopedia y Traumatología, A.C. (AMOT) se remonta a los años 60 del siglo pasado, nació con el objetivo de lograr un ideal: la igualdad de representación y derechos para todos los especialistas, indistintamente de su lugar de residencia en la República Mexicana.<sup>1</sup>

En el mes de mayo de 1967 como parte de los trabajos de la II Jornada Nacional de Ortopedia celebrada en Mérida, Yucatán, México, el Dr. Alfredo García Silva organizó y convocó a una sesión constitutiva, que votó la aprobación de los estatutos y reglamentos, así como la conformación de la primera mesa directiva de la entonces nombrada Asociación Mexicana de Ortopedia y Traumatología (AMOT).

#### Correspondencia:

Víctor Toledo-Infanson

**E-mail:** dr.victor.toledo@gmail.com

Recibido: 03-07-2024. Aceptado: 25-07-2024.

**Citar como:** Toledo-Infanson V. Orthotips, tres décadas de publicación científica. Orthotips. 2024; 20 (4): 250-254. <https://dx.doi.org/10.35366/117679>

Siendo él mismo el primer presidente de la recién creada asociación.<sup>2</sup>

Posterior a su fundación, la AMOT pasó por un proceso de altibajos y fue hasta 1971 que se realizó el primer congreso en la ciudad de Monterrey, N.L., México. La realización de este I Congreso Nacional es considerada un parteaguas en la historia de la naciente asociación, hoy federación, pues con esto se comenzó a dar cumplimiento al objetivo de buscar en todo momento el mejoramiento académico y profesional de los ortopedistas mexicanos.<sup>1</sup> Como parte de estos objetivos, se incluyó el de preparar, editar y distribuir publicaciones y otras informaciones relacionadas con la ortopedia y traumatología.

Se iniciaron varias publicaciones durante las diferentes gestiones de los consejos directivos posteriores, pero sin llegar a formalizarse alguna como un órgano oficial de difusión científica.

### Los inicios de Orthotips

Viendo la necesidad de un foro para publicar en nuestro país y el hecho de que las pocas revistas que existían en México y en el mundo, en las cuales se podría incluir alguna publicación, exigían que el trabajo estuviera realizado estrictamente bajo el rigor del método científico y la mayor parte de los escritos que entonces se generaban, por su estructura, carecían de la evidencia necesaria para ser publicados, en el año 2005 el Dr. Enrique Espinosa materializa nuestra publicación bajo la premisa de que sería un medio de difusión científica que recabaría la experiencia que se presentaba en los congresos nacionales y se publicaría en forma de presentaciones escritas, de esta manera los expertos transmitirían en forma de tips su experiencia, de ahí su nombre.<sup>3</sup>

Esta publicación contaba con todos los registros formales y se incluyó en varios índices nacionales como SciELO, Artemisa y la propia Medigraphic, la casa editorial que la publica hasta el día de hoy.

### Orthotips AMOT como Órgano Oficial de Difusión Científica

La revista se publicó en forma ininterrumpida desde su fundación en 2005. Fue al final de la gestión del Dr. F. Javier Pasos Novelo (presidente 2005-2007) cuando se iniciaron los trámites para la adquisición de la revista Orthotips.<sup>4</sup> Sin embargo, fue hasta marzo del año siguiente cuando el Dr. Ramiro Padilla Gu-

tiérrez (presidente 2007-2009) concretó la compra de los derechos de la publicación, quizás el logro más trascendente que se consolidó en esta administración, fue la adquisición de la revista Orthotips AMOT, misma que desde entonces es el Órgano Oficial de Difusión Científica de la asociación primero y luego de la federación. Como se mencionó, se habían hecho ya intentos por iniciar revistas propias de la AMOT, pero ninguna había logrado establecerse de manera definitiva y no fue hasta que, en una situación casi fortuita, el anterior editor y propietario de Orthotips ofreció vender los derechos a la AMOT. Posterior a su adquisición estaba aún pendiente la elección del nombre que llevaría la publicación, pues era necesario hacer que los lectores la identificaran con la AMOT. Posterior a un análisis de las posibilidades, se decidió por el consejo directivo en funciones que fuera Orthotips AMOT por dos razones prácticas, mantener los registros, ya que si se alteraba el nombre era posible que se perdieran y mantenerse con los índices donde estaba incluida la visibilidad de la misma y los números previos.

El consejo directivo que presidía el Dr. Ramiro Padilla Gutiérrez tomó la decisión de nombrar como

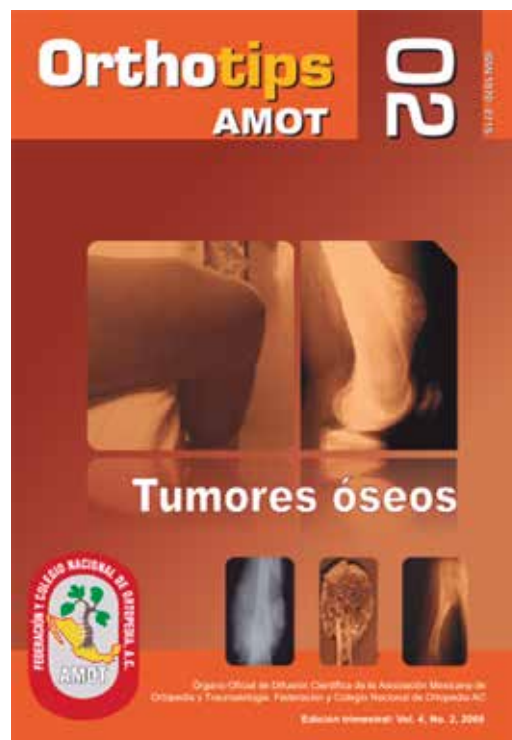


Figura 1: Portada del primer número de la revista Orthotips AMOT.



Figura 2: Actualización de la portada que se realizó en 2015.

primer editor en jefe de la nueva publicación al Dr. Víctor Toledo Infanson.<sup>5</sup>

### La consolidación de la revista

Posterior a ser nombrado el editor en jefe, éste se dio a la tarea de formar un grupo de trabajo, seleccionando para este fin a quienes integraron el Comité Editorial y el Consejo Editorial de la revista, iniciando con esto los trabajos formales de Orthotips AMOT,<sup>6</sup> manteniendo su formato y sus objetivos originales (Figura 1).

En estos primeros años, se logró posicionar la revista a nivel nacional y fue notable también el logro que se obtuvo durante la primera reunión de editores de revistas de sociedades de ortopedia de Luso Ibero Latinoamérica, en Cartagena, Colombia, en el año 2012, donde se firmaron y posteriormente se publicaron los acuerdos ahí tomados, convirtiéndose Orthotips AMOT en un órgano correspondiente de todas las revista Luso Ibero Latinoamericanas de ortopedia y traumatología.<sup>7</sup> Como parte de estos acuerdos, se consolidó también el comité internacional de la revista, que quedó integrado por los editores de las revistas hermanas.<sup>7</sup>

Durante los 12 años que se mantuvo como editor en jefe de Orthotips AMOT el Dr. Víctor Toledo Infanson, la revista se publicó de manera ininterrumpida, bajo su formato tradicional, publicando artículos de revisión narrativa y un caso clínico relacionado al tema en cada número. Se vio en su momento la necesidad de modernizar la portada de la revista (Figura 2) y de introducir artículos originales, lo cual se comenzó a hacer a partir de 2019.

El Dr. Toledo Infanson concluyó su actividad como editor en el año 2020, siendo distinguido como Editor Emérito por su trabajo de 12 años de editor en jefe. Durante este periodo de tiempo se mantuvo una continuidad en la publicación con una periodicidad trimestral, cumpliendo siempre con los tiempos de publicación con una producción de 51 números y 560 artículos.<sup>8</sup> Logrando además que la revista apareciera en 19 índices y bibliotecas de literatura científica, lo que sin duda le dio gran visibilidad, alcanzando durante ese último año más de millón y medio de visitas en su sitio de internet (Figura 3) e igual número de descargas de artículos en versión completa (Figura 4) además de haber sido citada 79 veces en 34 revistas científicas.<sup>8</sup>

### La nueva imagen

En el año 2021, bajo la dirección del Dr. Leonardo López Almejo, se decide dar un nuevo formato a la revista, con esto Orthotips AMOT se moderniza para adecuarse a los nuevos tiempos de la Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología, A.C. (FEMECOT), con una nueva imagen de portada, formato en tamaño completo y contenido que incluye artículos científicos de todo tipo (Figura 5). Esta modernización se consolidó en el año 2022 con el nombramiento del Dr. Félix Vílchez Cavazos como editor en jefe, que además de mantener el modelo que se había establecido, incluyó artículos para publicación en idioma inglés y publicaciones de otros países.

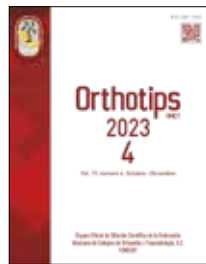
Orthotips AMOT, continuó su crecimiento en contenido y calidad, es ahora un referente de la literatura médica de la especialidad en México y en el mundo de habla hispana, teniendo esta limitación, la de publicar artículos en su mayoría en español para poder ser más accesible a los lectores de habla hispana. De lo anterior nace la necesidad de llevar a la revista a los principales índices como PubMed y Scopus por mencionar algunos, para lograr esta meta de excelencia y posicionar nuestra publicación en estos niveles se requiere continuar trabajando en el proyecto de

modernización que atinadamente ha desarrollado el Dr. Vilchez, actual editor en jefe, bajo la visión de crecimiento internacional que tiene nuestro actual director el Dr. Darío Garín Zertuche que respalda el proyecto de manera incondicional.

**Conclusiones (lo que está por venir)**

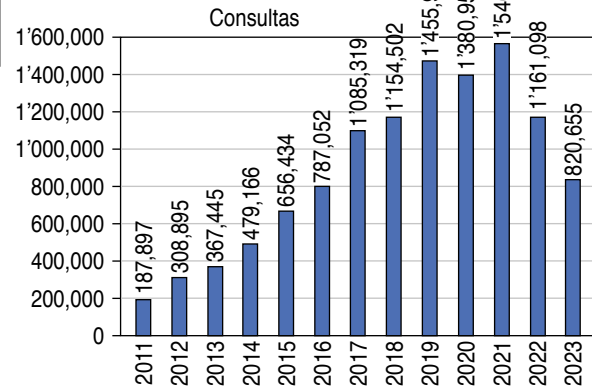
Orthotips AMOT es sin duda una revista médica de impacto nacional y regional en Latinoamérica

(LATAM) con una producción ininterrumpida de 65 números y 707 artículos publicados a lo largo de sus 19 años de existencia,<sup>8</sup> que hoy se perfila a ser el referente de la literatura médica mexicana de nuestra especialidad, la cirugía ortopédica. En este proceso se ha iniciado un proyecto que le permitirá continuar su crecimiento y adecuarse a los tiempos de la FE-MECOT para dar paso a la era que está por iniciar como revista científica y continuar siendo nuestro Órgano Oficial de Difusión Científica, sin importar si



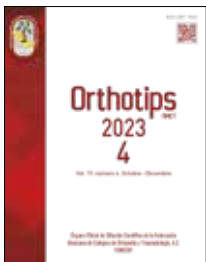
**Orthotips AMOT**

Número de visitas por año



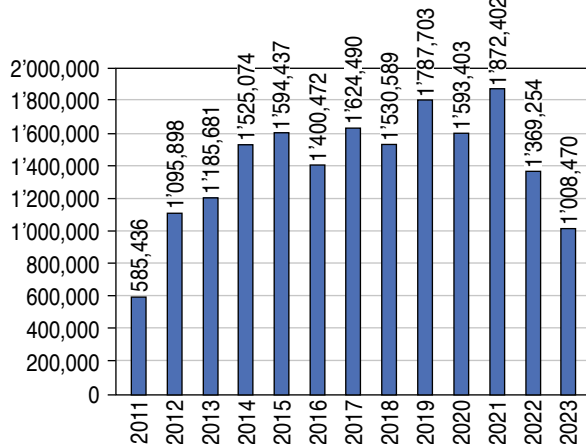
**Figura 3:**

Gráfica en la que se observa el crecimiento de las visitas por año al sitio en línea de Orthotips AMOT de 2011-2023. Fuente: <http://medigraphic.com/orthotips>



**Orthotips AMOT**

Número de artículos consultados en versión completa (PDF's) por año



**Figura 4:**

Gráfica en la que se presenta el número de artículos consultados en versión completa de 2011-2023. Fuente: <http://medigraphic.com/orthotips>



Figura 5: Formato actual de la revista Orthotips AMOT.

cambia de nombre o de formato, pues se mantendrá la esencia de la publicación, con la visión de continuar mejorando, siendo el espacio de manifestación para compartir los conocimientos de nuestros clínicos e investigadores.

«Ya no estamos en la era de la información. Estamos en la era de la gestión de la información».

Chris Hardwick<sup>9</sup>

## Referencias

1. 1967 - 19771. 1 Dr. Alfredo García Silva 2. Dr. Jorge Flores Mellado 3. Dr. Everardo G. Lozano Lozano 4. Dr. Gabriel Cortés Flores 5. Dr. Carlos Tapia Télle. Ortho-tips. 2017; 13 (3): 109-116.
2. Mantilla M. Federación y Colegio Nacional de Ortopedia, A.C. (AMOT), 40 aniversario (1967-2007). Una historia de todos. México: AMOT; 2007. p. 7.
3. Espinosa UE. ¿Por qué Orthotips, cuándo y cómo? Ortho-tips. 2022; 18 (3): 190-191.
4. 1997 - 2007. 16 Dr. Gabriel Gerardo Hutrón Bravo. 17 Dr. Juan Ramón Cisneros Ochoa. 18 Dr. Mario Armando Catellanos González. 19 Dr. Alberto J. Quiroz Piña. 20 Dr. F. Javier Pasos Novelo. Ortho-tips. 2017; 13(3): 134-143.
5. 2007 - 2017. 21 Dr. Ramiro Padilla Gutiérrez. 22 Dr. Jaime J. Gutiérrez Gómez. 23 Dr. Leonel García Mendoza. 24 Dr. Víctor Toledo Infanson. Orthotips. 2017; 13 (3): 144-154.
6. Padilla GR. A toda la membresía: Asociación Mexicana de Ortopedia y Traumatología AC Federación y Colegio Nacional. Ortho-tips. 2008; 4 (2): 75.
7. Toledo-Infanson V. «Acuerdos de Cartagena»: Un hecho histórico para las revistas de ortopedia y traumatología Hispano Luso Latinoamericanas. Ortho-tips. 2012; 8 (2): 75-77.
8. Medigraphic, literatura biomédica. Disponible en: <http://medigraphic.com/orthotips>
9. Cobarsi-Morales J. 15 frases interesantes sobre información. COMeIN [en línea]. Septiembre 2014, núm. 36. doi: <https://doi.org/10.7238/c.n36.1457>





## Sacroileítis: una patología poco entendida

### Sacroileitis: a little understood pathology

Francisco Alberto Rivas-Sandoval,<sup>\*,‡</sup> Ignacio Soto Juárez,<sup>\*,§</sup> Antonio Hazael Vallejo G,<sup>\*,¶</sup>  
Luis Miguel Soria Ibarra,<sup>\*,¶</sup> Luz Andrea Verduzco Hernández<sup>||</sup>

<sup>\*</sup>Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Aguascalientes, Aguascalientes; <sup>‡</sup>Residente de tercer año del Servicio de Traumatología y Ortopedia; <sup>§</sup>Especialista en Traumatología y Ortopedia encargado del Departamento de Pelvis y Acetábulo; <sup>¶</sup>Especialista en Traumatología y Ortopedia encargado del Departamento de Cirugía de Columna; <sup>||</sup>Médico Residente de cuarto año.

#### Resumen

La sacroileítis es considerada como una inflamación de la articulación sacroiliaca, puede ser unilateral o bilateral, se caracteriza por un dolor referido en la espalda baja que puede irradiarse a ambos miembros inferiores, patología que de manera frecuente es subestimada, ya que por la cantidad de estructuras nerviosas, ligamentarias y musculares, llega a pasar desapercibida, aunque se trate de una espondiloartropatía común en personas mayores y en adultos jóvenes; una patología frecuente que se asocia 25% de consulta en el Servicio de Traumatología y Ortopedia, de manera principal en los servicios de columna, pelvis y acetábulo. Esta patología incapacita al paciente en la mayoría de ocasiones ya que por la condición de esta articulación, que se encarga de una transferencia de peso desde la parte superior a la parte inferior del cuerpo, limita desde actividades físicas hasta la deambulación de los pacientes. Por ende, es esencial identificar los factores de riesgos asociados al dolor lumbar en la espalda baja, ya que es una patología que se asocia a varios diagnósticos diferenciales, asimismo destacar la importancia del médico traumatólogo ortopedista en la identificación de las características fundamentales del dolor desencadenado por la articulación. Este artículo tiene como propósito ampliar los conocimientos del lector para un mejor abordaje de esta patología en el paciente.

**Palabras clave:** sacroileítis, espondiloartropatías, ortopedia, revisión.

#### Abstract

Sacroiliitis is considered an inflammation of the sacroiliac joint, which can be unilateral or bilateral, characterized by referred pain in the lower back that can radiate to both lower limbs, a pathology that is normally overlooked, underestimated, since due to the number of nervous, ligamentous structures and muscles, goes unnoticed, although it is a common spondyloarthropathy in older people and young adults, a common pathology that is associated with 25% of consultations in the traumatology and orthopedics service, mainly in the spine and pelvis services and acetabulum. This pathology incapacitates the patient in most cases since due to the condition of this joint that is responsible for transferring weight from the upper part to the lower part of the body, which limits physical activities to ambulation of patients. Therefore, it is essential to identify the risk factors associated with lumbar pain in the lower back, since it is a pathology which is associated with several differential diagnoses, as well as the importance of the orthopedic trauma doctor identifying fundamental characteristics of the pain triggered by the joint. The purpose of this article is to expand the reader's knowledge for a better patient approach to this pathology.

**Keywords:** sacroiliitis, spondyloarthropathies, orthopedics, review.

## Introducción

La sacroileítis es uno de los motivos de consulta más común en región de columna lumbar, se considera que hasta 25% de los casos se asocia con dolor en región de espalda baja, esto como conse-

cuencia de ser el medio de transferencia entre la región lumbar, sacro y los miembros inferiores en el intercambio de fuerza.<sup>1-27</sup> Las principales causas de dolor son desencadenadas por traumatismos, embarazos, cirugía de fusión lumbar.<sup>2-31</sup> En la actualidad, también se describen complicaciones

#### Correspondencia:

Francisco Alberto Rivas-Sandoval

**E-mail:** franciscoalbertorivas10@gmail.com

Recibido: 13-01-2024. Aceptado: 25-07-2024.

**Citar como:** Rivas-Sandoval FA, Soto JI, Vallejo GAH, Soria ILM, Verduzco HLA. Sacroileítis: una patología poco entendida. Orthotips. 2024; 20 (4): 255-261. <https://dx.doi.org/10.35366/117680>

musculoesqueléticas poco frecuentes, todas ellas asociadas a retinoides, como tratamiento para el acné con isotretinoína; puesto que ha demostrado un incremento en la población principalmente mexicana, en donde se utiliza de manera más frecuente y coincide con una reacción adversa de esta patología, por tanto cuando preguntamos a los pacientes sobre el uso de esta estancia, coincide con la patología actual y la explicación más lógica a esto ha demostrado que la isotretinoína (*13-cis-retinoic acid*) es un ácido retinoico empleado en la actualidad para acné complicado o resistente; tiene efectos secundarios en articulaciones y musculoesqueléticas y restricción en el cartílago del crecimiento.<sup>4</sup>

Por ende, es esencial identificar los factores de riesgos asociados al dolor lumbar en la espalda baja, ya que es una patología que se asocia a varios diagnósticos diferenciales, así como la importancia del médico traumatólogo ortopedista al identificar características fundamentales del dolor desencadenado por la articulación.<sup>1-7</sup>

Este artículo tiene como propósito ampliar los conocimientos del lector para un mejor abordaje del paciente con esta patología. Por ello, es esencial identificar los factores de riesgo asociados al dolor lumbar en la espalda baja, ya que es una patología que se asocia con varios diagnósticos diferenciales, asimismo destacar la importancia del médico traumatólogo ortopedista en la identificación de las características fundamentales del dolor desencadenado por la articulación.<sup>3,4</sup>

## Etiología

En la mayoría de las revisiones bibliográficas se identifican como dos principales causas las lesiones traumáticas y las atraumáticas, se tiene la teoría de que ambas categorías de lesión de la articulación son causadas por inflamación o lesión de la cápsula articular, asociado con los ligamentos o el hueso subcondral en la articulación que se relaciona con los nociceptores en inmunohistología.<sup>15</sup>

Epidemiológicamente existen diversos factores de riesgo de traumatismos los cuales son considerados como caídas, accidentes automovilísticos, embarazo, fusión lumbar, entre otros, aumentando en 32-37% cuando la fusión interviene con la región lumbosacra;<sup>6,9-27</sup> así mismo las atraumáticas están descritas en infecciones, artropatía inflamatoria, artritis reumatoide y en la actualidad el uso de ácidos retinoicos.<sup>3,6</sup>

## Factores de riesgo

En la mayoría de los pacientes con ciertas comorbilidades existe un mayor riesgo de desarrollar dolor en la articulación sacroilíaca. Estos incluyen: menor densidad ósea, pacientes adultos mayores o con una edad mayor de 45 años con antecedentes familiares con osteoporosis, variabilidad en la superficie auricular la cual se refiere a inestabilidad de los ligamentos sacroilíacos que permite el movimiento hacia adelante y hacia atrás, enfermedades autoinmunes o ingesta de medicamentos asociados a enfermedades autoinmunes, discrepancia en la longitud de las piernas, antecedentes de traumatismos y obesidad.<sup>9,12-16,32</sup> El uso indiscriminado de ácido retinoico y la isotretinoína para acné complicado o resistente, aun sin instrucciones médicas precisas o por un médico calificado, tiene efectos secundarios en articulaciones y musculoesqueléticas y restricción en el cartílago del crecimiento, generando dolor en 16% de adultos jóvenes productivos.<sup>4</sup> Esto genera un impacto económico ya que se considera que incapacita al adulto mayor que amerita actividades de moderada a alta energía y esto se refleja en 36% de la población que acude a la consulta externa de traumatología y ortopedia, ya que es una actividad que se exagera con la actividad física.<sup>3,4</sup>

El propósito de este artículo es realizar una revisión de diversas patologías asociadas, fomentar en el lector una perspectiva diferente sobre la sacroileítis, investigar de forma general al paciente y fomentar el tratamiento médico, conservador y dejar de última instancia el tratamiento quirúrgico.<sup>4</sup>

## Cuadro clínico

Se acusa al dolor de la región sacroilíaca de ser el responsable del dolor irradiado en 15-25% de las ocasiones que el paciente refiere molestia en región lumbosacra.<sup>11</sup> La epidemiología del dolor de articulación sacroilíaca puede ser reportada con presencia de síntomas del lado derecho en 45% de los casos, del lado izquierdo en 35% y bilateral en 20%, con prevalencia de 22.5 de 62.8%.<sup>13,14</sup>

## Diagnóstico

En este artículo dividiremos el diagnóstico con examen físico y estudios de imagenología.

En la mayor parte de las ocasiones encontraremos una anomalía en la región lumbar, alrededor

**Tabla 1: Criterios actualizados de la *The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) 2013*, en donde se explica la presencia de espondiloartritis y sus criterios con base en los estudios radiológicos céntricos y de gabinete laboratoriales.**

Radiológico	Presencia de espondiloartritis, disminución del espacio articular, presencia de lesión subcondral, presencia de osteofitos aledaños Resonancia magnética Sacroileítis con recaptación
Clínico	Dolor inflamatorio bajo Artritis Entesitis Uveítis Crohn/colitis Dactilitis Psoriasis Historia familiar
HLB27	

de L5 (sitio donde se iniciará el dolor en la mayoría de los casos) que se va a referir a extremidades inferiores, así como dolor en la palpación profunda de la articulación sacroilíaca.<sup>5</sup> Se caracteriza por un dolor profundo, acentuado después de un evento específico como caminar o cargar objetos desde el suelo, que de manera probable se irradiará al muslo posterior hasta la región de la rodilla, este evento puede aumentar al sentarse o recostarse del lado ipsilateral y es común encontrarse con este dolor al subir escaleras.<sup>10</sup>

Se deben solicitar estudios de imagenología como radiografía, tomografía axial computarizada y resonancia magnética siempre y cuando el trastorno y el cuadro clínico se asocie a un trazo fracturario o compromiso del anillo pélvico, ya que no son estudios concluyentes.<sup>5,6</sup>

En 2013 se publicó un artículo por el grupo *The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS)* donde se reporta que durante 2009 desarrollaron criterios para clasificar y diagnosticar a los pacientes con espondiloartritis, entre los que destacaba la inclusión de un estudio de resonancia magnética positivo para sacroileítis como criterio diagnóstico mayor (*Tabla 1*) el cual se aplica a pacientes menores de 45 años de edad con dolor lumbar bajo, de tres o más meses de duración que se basa en secciones radiológicas y clínicas.<sup>12</sup>

Existen algunos pacientes que, pese al uso de estudios de gabinete, no se encuentra su causa; uno de estos casos es descrito en 2020 en un metaanálisis en el cual se describe la fusión lumbar y lumbosacra

que se presenta como un reto para los especialistas en traumatología y ortopedia en el Departamento de Pelvis y Acetábulo, así como en la consulta de cirugía de columna, mencionan el síndrome del fallo de la cirugía de columna,<sup>16,32</sup> en el que describen un dolor que asociado con la toma de cresta iliaca llega a presentar molestia en la región sacroilíaca, un dolor del tipo referido.<sup>3,4</sup>

Se han descrito múltiples artículos en los cuales recomiendan el uso de la gammagrafía ósea, en los que se demuestra que tiene una alta sensibilidad, sobre todo en fases agudas, pero su especificidad es muy baja.<sup>33,34</sup> Tomando en cuenta un aproximado de sensibilidad 82.9% y especificidad 77.5%, el cual sólo se ha empleado como referencia en los estadios iniciales, sin relevancia por sí misma; con la cual en la mayoría de los artículos recomiendan la correlación clínica con el padecimiento y asimismo a pacientes en los que se hace un escrutinio de manera constante, como en el cáncer, se recomienda correlacionar clínicamente y verificar la comparativa entre el uso de los radioisótopos y su acumulación que de manera constante es de 99mTc-DPD y 99mTc-MDP, los cuales han demostrado ser captados por 100% de los pacientes, pero sólo 5% de los que se han realizado estos estudios tienen compatibilidad clínica.<sup>34,35</sup>

El único método diagnóstico y terapéutico que ha demostrado ser efectivo es el bloqueo diagnóstico intraarticular.<sup>7-17,24</sup> En cuanto a la evidencia cualitativa, la precisión diagnóstica está en el nivel II para bloques de diagnóstico duales con al menos 70% de alivio del dolor como criterio estándar y en el nivel III para bloques de diagnóstico únicos con al menos 75% de alivio del dolor como criterio estándar.<sup>7-25</sup> Como consecuencia, al momento de realizar una inyección intraarticular en la región sacroilíaca desaparece el dolor en un porcentaje elevado; esto se puede considerar como un criterio estándar.<sup>7-17,24-31,36-40</sup>

Existe un sesgo en el medio hospitalario, esto debido a que las inyecciones extraarticulares o intraarticulares deben realizarse bajo guía de fluoroscopia o ultrasonido, ya que las inyecciones a ciegas solo alcanzan con éxito los espacios articulares 22% de las veces.<sup>5</sup>

Sin embargo, se descubrió que se mantiene como un buen placebo la colocación del analgésico, ya que 74% de los pacientes presentaron un progreso inmediato y una posterior mejoría total a las 72 horas después de la colocación del analgésico.<sup>7-17,24</sup>

## Tratamiento

El tratamiento del dolor en la articulación sacroilíaca, por lo general, implica un enfoque múltiple que utiliza tanto control médico multimodal del dolor como técnicas intervencionistas/quirúrgicas del dolor, asimismo anestésicos locales e inyecciones de esteroides, ablación nerviosa por radiofrecuencia y artrodesis sacroilíaca mínimamente invasiva.<sup>2-31,41</sup>

### Tratamiento no quirúrgico

Como en todas las patologías se debe de iniciar con un control no invasivo, siempre descartando todas las opciones que sean mejores para el paciente y, que de igual manera, sea un tratamiento efectivo que mejore su calidad de vida y no afecte en su costo-beneficio.<sup>7-17,24</sup>

La terapia de reforzamiento se maneja mediante el uso de un cinturón pélvico, el cual realiza la función de limitar la movilidad sacroilíaca, limitado el estrés muscular, evitando fuerzas rotacionales, tensión cizallante y el juego de la articulación anterior y posterior, desafortunadamente este tratamiento no se recomienda usarlo de forma crónica, se recomienda un destete rápido del mismo, de esta forma evitamos la atrofia muscular en región abdominal y de pelvis.<sup>9-32,36-40,42-46</sup>

La fisioterapia se recomienda en pacientes que tienen una afección musculoesquelética, se recomienda iniciar con terapia neuroestimuladora para el oblicuo interno, músculos abdominales y el glúteo

medio, se considera que es más efectiva en etapas tempranas, con pacientes apegados al tratamiento, la pérdida de peso, en donde se recomienda contar con un equipo de fisioterapia que otorgue fuerza muscular, propiocepción y flexibilidad.<sup>9-48</sup>

La ablación por radiofrecuencia se considera útil para interrumpir la inervación sensorial de la articulación sacroilíaca para proporcionar un alivio del dolor más duradero a los pacientes. Desafortunadamente es de difícil acceso, así como de difícil uso por las múltiples inervaciones que existen en la articulación sacroilíaca.<sup>9-51</sup>

Como ya se mencionó de forma previa, el tratamiento por excelencia es la inyección intraarticular guiada por ultrasonido a la articulación sacroilíaca, ya que es el método terapéutico diagnóstico más recomendado. Sin embargo, es posible realizarse mediante guía por radiografía o fluoroscopia (*Figura 1*), la desventaja es el uso de la radiación (*Figura 2*).<sup>7-17,24</sup>

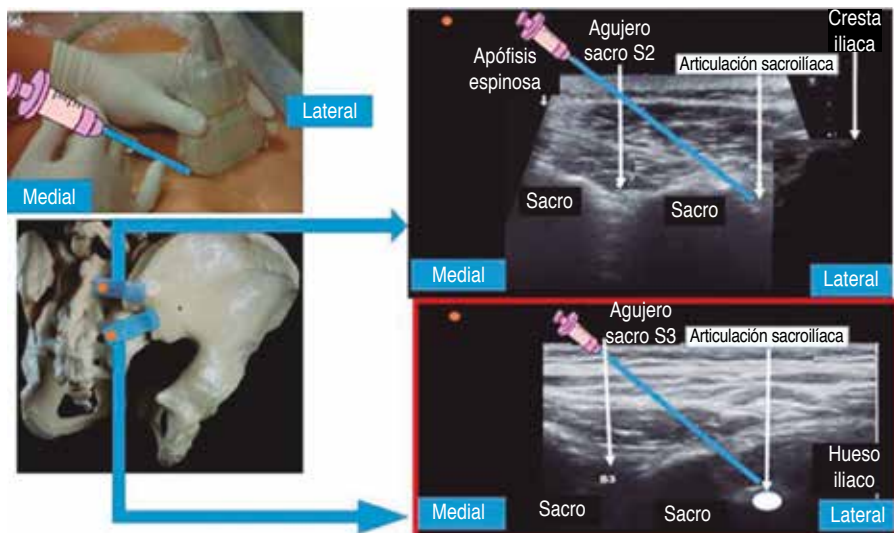
En caso de que falle el tratamiento, que sea un dolor crónico que no disminuye con corticoesteroides y con analgésicos intraarticulares es recomendable el uso de técnicas quirúrgicas invasivas.<sup>17,24</sup>

### Tratamiento quirúrgico

En esta patología el tratamiento quirúrgico está establecido sólo en los casos de recidiva del tratamiento con analgésicos, terapia de rehabilitación, pérdida de peso, colocación de anestésicos y corticoesteroides. La recomendación general para el tratamiento quirúrgico de las recidivas consiste en

Figura 1:

Técnica de tratamiento de articulación sacroilíaca.





**Figura 2:**

Radiografía de técnica de tratamiento de articulación sacroilíaca.

artrodesis sacroilíaca, lo cual se considera el método quirúrgico establecido para los casos complicados, ya que el alivio del dolor se atribuye a la eliminación del espacio articular y la posterior limitación del movimiento.<sup>9</sup>

La artrodesis de la articulación sacroilíaca ha sido descrita desde 1920,<sup>52</sup> y están detalladas diferentes técnicas, con un abordaje abierto, de mínima invasión y técnicas cerradas. Buchowski y colaboradores<sup>52</sup> describen que en las artrodesis abiertas existe 85% de fusión, por lo que se comenta que es de las mejores opciones para tratamiento ya que las otras técnicas son percutáneas o mínimamente invasivas, de esta manera los pacientes tienen una herida más pequeña, disminución teórica de la tasa de infección postquirúrgica de la herida, disminuye el costo y se disminuye, de manera considerable, la pérdida de sangre en el procedimiento.<sup>53,54</sup> Gary y colegas<sup>9</sup> compararon los estudios realizados por Buchowski y asociados<sup>52</sup> y Smith y colaboradores<sup>53</sup> quienes describen que en un periodo de 12 meses no hay diferencias significativas en cuanto a la evolución del paciente en la clínica, pero, se recomienda iniciar con un tratamiento mínimamente invasivo, ya que en cuanto a duración quirúrgica, costo y sangrado del paciente no es recomendable realizar una artrodesis abierta, por lo que se recomienda que si el paciente presenta dolor, posterior a una reintervención quirúrgica

una vez artrodesado, en 15% de los casos no habrá una adecuada artrodesis, ya sea por rezago de cartilago articular o por artrodesis deficiente.<sup>7-17,24</sup>

## Conclusión

En este artículo de revisión tenemos como objetivo actualizar al personal médico y especialistas en traumatología y ortopedia para abordar de forma correcta a los pacientes con dolor en espalda baja, ya que como se presumió, la consulta cuenta con 25% de pacientes que presentan sacroileítis, esperamos que se realice una adecuada técnica de infiltración de la articulación sacroilíaca.

## Referencias

1. Wong M, Sinkler MA, Kiel J. Anatomy, abdomen and pelvis, sacroiliac joint. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL), USA: StatPearls Publishing; 2021.
2. Kiapour A, Joukar A, Elgafy H, Erbulut DU, Agarwal AK, Goel VK. Biomechanics of the sacroiliac joint: anatomy, function, biomechanics, sexual dimorphism, and causes of pain. *Int J Spine Surg.* 2020; 14 (Suppl 1): 3-13.
3. Pedraz T, Martínez A, Pascual E. Acute hip monoarthritis in a patient treated with isotretinoin. *J Clin Rheumatol.* 2006; 12: 105-106.
4. Thiboutot D, Gollnick H, Bettoli V, Dréno B, Kang S, Leyden JJ, et al. New insights into the management of acne: An update from the global alliance to improve outcomes in acne group. *J Am Acad Dermatol.* 2009; 60: S1-S50.
5. Chuang CW, Hung SK, Pan PT, Kao MC. Diagnosis and interventional pain management options for sacroiliac joint pain. *Ci Ji Yi Xue Za Zhi.* 2019; 31 (4): 207-210.
6. Cohen SP, Chen Y, Neufeld NJ. Sacroiliac joint pain: A comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment. *Expert Rev Neurother.* 2013; 13: 99-116.
7. Simopoulos TT, Manchikanti L, Gupta S, Aydin SM, Kim CH, Solanki D, et al. Systematic review of the diagnostic accuracy and therapeutic effectiveness of sacroiliac joint interventions. *Pain Physician.* 2015; 18 (5): E713-E756.
8. Manchikanti L, Falco FJ, Benyamin RM, Kaye AD, Boswell MV, Hirsch JA. A modified approach to grading of evidence. *Pain Physician.* 2014; 17: E319-E325.
9. Schmidt GL, Bhandutia AK, Altman DT. Management of sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018; 26 (17): 610-616.
10. Takahira Takaso MN, Kuroiwa MJ. *Joint Surg.* 2013.
11. Aranke M, McCrudy G, Rooney K, Patel K, Lee CA, Hasoon J, et al. Minimally invasive and conservative interventions for the treatment of sacroiliac joint pain: a review of recent literature. *Orthop Rev (Pavia).* 2022; 14 (4): 34098.
12. Banegas Illescas ME, López Menéndez C, Rozas Rodríguez ML, Fernández Quintero RM. Nuevos criterios ASAS para el diagnóstico de espondiloartritis. Diagnóstico de sacroileítis por resonancia magnética. *Radiología.* 2014; 56 (1): 7-15.
13. Goldthwaite G, Osgood R. A consideration of the pelvis articulation from an anatomical, pathological, and clinical standpoint. *Boston Med Surg J.* 1905; 152: 593-601.



14. Slipman C, Whyte W, Chow D, Chou L, Lenrow D, Ellen M. Sacroiliac joint syndrome. *Pain Physician*. 2001; 4: 143-152.
15. Szadek KM, Hoogland PV, Zuurmond WW, De Lange JJ, Perez RS. Possible nociceptive structures in the sacroiliac joint cartilage: An immunohistochemical study. *Clin Anat*. 2010; 23 (2): 192-198. doi: 10.1002/ca.20908.
16. Rubin DI. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol Clin*. 2007; 25 (2): 353-371. doi: 10.1016/j.ncl.2007.01.004.
17. Maigne JY, Planchon CA. Sacroiliac joint pain after lumbar fusion. A study with anesthetic blocks. *Eur Spine J*. 2005; 14 (7): 654-658.
18. Katz V, Schofferman J, Reynolds J. The sacroiliac joint: a potential cause of pain after lumbar fusion to the sacrum. *J Spinal Disord Tech*. 2003; 16 (1): 96-99.
19. DePalma MJ, Ketchum JM, Saulo TR. Etiology of chronic low back pain in patients having undergone lumbar fusion. *Pain Med*. 2011; 12: 732-739.
20. Unoki E, Abe E, Murai H, Kobayashi T, Abe T. Fusion of multiple segments can increase the incidence of sacroiliac joint pain after lumbar or lumbosacral fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016; 41 (12): 999-1005. doi: 10.1097/brs.0000000000001409.
21. Liliang PC, Lu K, Liang CL, Tsai YD, Wang KW, Chen HJ. Sacroiliac joint pain after lumbar and lumbosacral fusion: findings using dual sacroiliac joint blocks. *Pain Med*. 2011; 12 (4): 565-570.
22. Ha KY, Lee JS, Kim KW. Degeneration of sacroiliac joint after instrumented lumbar or lumbosacral fusion: a prospective cohort study over five-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008; 33 (11): 1192-1198. doi: 10.1097/BRS.0b013e318170fd35.
23. Gates GF, McDonald RJ. Bone SPECT of the back after lumbar surgery. *Clin Nucl Med*. 1999; 24 (6): 395-403. doi: 10.1097/00003072-199906000-00004.
24. Shin MH, Ryu KS, Hur JW, Kim JS, Park CK. Comparative study of lumbopelvic sagittal alignment between patients with and without sacroiliac joint pain after lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38 (21): E1334-E1341. doi: 10.1097/brs.0b013e3182a0da47.
25. Rashbaum RF, Ohnmeiss DD, Lindley EM, Kitchel SH, Patel VV. Sacroiliac joint pain and its treatment. *Clin Spine Surg*. 2016; 29 (2): 42-48. doi: 10.1097/bsd.0000000000000359.
26. Kamali F, Zamanlou M, Ghanbari A, Alipour A, Bervis S. Comparison of manipulation and stabilization exercises in patients with sacroiliac joint dysfunction patients: a randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2019; 23 (1): 177-182.
27. Prather H. Pelvis and sacral dysfunction in sports and exercise. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2000; 11 (4): 805-836, viii.
28. Kim DK, McKenzie GA. Accessory sacroiliac joint injection for relief of buttock pain. *Pain Med*. 2019; 20 (2): 412-413.
29. Rosa JE, Ruta S, Bravo M, Pompermayr L, Marin J, Ferreyra-Garrot L, et al. Value of color Doppler ultrasound assessment of sacroiliac joints in patients with inflammatory low back pain. *J Rheumatol*. 2019; 46 (7): 694-700.
30. Manchikanti L, Abdi S, Atluri S, Benyamin RM, Boswell MV, Buenaventura RM, et al. An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques of chronic spinal pain: Part II: Guidance and recommendations. *Pain Physician*. 2013; 16: S49-S283.
31. Whiting P, Rutjes AW, Reitsma JB, Bossuyt PM, Kleijnen J. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*. 2003; 3: 25.
32. Colo G, Cavagnaro L, Alessio-Mazzola M, Zanirato A, Felli L, Formica M. Incidence, diagnosis and management of sacroiliitis after spinal surgery: a systematic review of the literature. *Musculoskelet Surg*. 2020; 104 (2): 111-123.
33. Lantto T. The scintigraphy of sacroiliac joints. A comparison of 99mTc-DPD and 99mTc-MDP. *Eur J Nucl Med*. 1990; 16 (8-10): 677-681. doi: 10.1007/BF00998168.
34. Roldan CJ, Javed S, Cata J. Sacroiliitis in cancer patients: a review of current literature. *Pain Manag*. 2020; 10 (2): 107-115. doi: 10.2217/pmt-2019-0046.
35. Yildiz A, Gungor F, Tuncer T, Karayalcin B. The evaluation of sacroiliitis using 99mTc-nanocolloid and 99mTc-MDP scintigraphy. *Nucl Med Commun*. 2001; 22 (7): 785-794.
36. Hansen H, Manchikanti L, Simopoulos TT, Christo PJ, Gupta S, Smith HS, et al. A systematic evaluation of the therapeutic effectiveness of sacroiliac joint interventions. *Pain Physician*. 2012; 15: E247-E278.
37. North American Spine Society. Percutaneous sacroiliac joint fusion. Definition appropriate coverage options. 2015. Available in: [www.spine.org/Documents/PolicyPractice/CoverageRecommendations/PercutaneousSacroiliacJointFusion.pdf](http://www.spine.org/Documents/PolicyPractice/CoverageRecommendations/PercutaneousSacroiliacJointFusion.pdf)
38. Lorio MP, Rashbaum R. ISASS policy statement - minimally invasive sacroiliac joint fusion. *Int J Spine Surg*. 2014; 8: 25.
39. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, et al. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *BMJ*. 2003; 326 (7379): 41-44.
40. Jee H, Lee JH, Park KD, Ahn J, Park Y. Ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided sacroiliac joint intra-articular injections in the noninflammatory sacroiliac joint dysfunction: a prospective, randomized, single-blinded study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95: 330-337.
41. Ledonio CG, Polly DW Jr, Swiontkowski MF, Cummings JT Jr. Comparative effectiveness of open versus minimally invasive sacroiliac joint fusion. *Med Devices (Auckl)*. 2014; 7: 187-193.
42. Hawkins J, Schofferman J. Serial therapeutic sacroiliac joint injections: a practice audit. *Pain Med*. 2009; 10 (5): 850-853.
43. Liliang PC, Lu K, Weng HC, Liang CL, Tsai YD, Chen HJ. The therapeutic efficacy of sacroiliac joint blocks with triamcinolone acetonide in the treatment of sacroiliac joint dysfunction without spondyloarthropathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34: 896-900.
44. Borowsky CD, Fagen G. Sources of sacroiliac region pain: Insights gained from a study comparing standard intra-articular injection with a technique combining intra- and peri-articular injection. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89: 2048-2056.
45. Kim WM, Lee HG, Jeong CW, Kim CM, Yoon MH. A randomized controlled trial of intra-articular prolotherapy versus steroid injection for sacroiliac joint pain. *J Altern Complement Med*. 2010; 16: 1285-1290.
46. Dreyfuss P, Dreyer SJ, Cole A, Mayo K. Sacroiliac joint pain. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004; 12: 255-265.
47. DonTigny RL. Function and pathomechanics of the sacroiliac joint. A review. *Phys Ther*. 1985; 65 (1): 35-44.
48. Aydin SM, Gharibo CG, Mehnert M, Stitik TP. The role of radiofrequency ablation for sacroiliac joint pain: A meta-analysis. *PM R*. 2010; 2: 842-851.
49. Hungerford B, Gilleard W, Hodges P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003; 28: 1593-1600.

50. Vallejo R, Benyamin RM, Kramer J, Stanton G, Joseph NJ. Pulsed radiofrequency denervation for the treatment of sacroiliac joint syndrome. *Pain Med.* 2006; 7: 429-434.
51. Buchowski JM, Kebaish KM, Sinkov V, Cohen DB, Sieber AN, Kostuik JP. Functional and radiographic outcome of sacroiliac arthrodesis for the disorders of the sacroiliac joint. *Spine J.* 2005; 5: 520-529.
52. Smith AG, Capobianco R, Cher D, Rudolf L, Sachs D, Gundanna M, et al. Open versus minimally invasive sacroiliac joint fusion: a multi-center comparison of perioperative measures and clinical outcomes. *Ann Surg Innov Res.* 2013; 7 (1): 14.
53. Wise CL, Dall BE. Minimally invasive sacroiliac arthrodesis: outcomes of a new technique. *J Spinal Disord Tech.* 2008; 21 (8): 579-584.
54. The scintigraphy of sacroiliac joints. A comparison of 99mTc-DPD and 99mTc-MDP. *Eur J Nucl Med.* 1990; 16: 677-681.

### **Conflicto de intereses**

Este artículo no tiene fines de lucro.



## Tumor óseo de células gigantes, tratamiento y diagnóstico: revisión de la literatura

### *Giant cell bone tumor, treatment and diagnosis: literature review*

Raúl Aragón Delgado,\*‡ Gustavo Rivera Saldívar\*§

\*Hospital de Traumatología y Ortopedia «Dr. y Gral. Rafael Moreno Valle». Puebla, Puebla, México; ‡Médico residente de segundo año; §Cirugía de tumores óseos, Maestría en Ciencia Médicas.

#### Resumen

El tumor de células gigantes (TCG) tiene una variedad muy versátil, desde la presentación clínica en género y grupo etario hasta su grado de malignidad, llegando a ser mortal. Es oportuna la clasificación radiográfica para definir el pronóstico; determinar el diagnóstico histopatológico hoy en día es el *gold standard*. El tratamiento médico consta de anticuerpos monoclonales para pacientes inoperables, o en grado de metástasis, que actúan contra del receptor del ligando factor nuclear-κB (RANKL) para reducir el tamaño del tumor logrando que sea operable, lo cual es clave para el tratamiento. Otros tratamientos como la embolización, fotoablación con láser, ácido zoledrónico, bifosfonatos o hasta adyuvantes al tratamiento quirúrgico como el nitrógeno líquido y el etanol al momento del legrado son opciones para esta patología. El presente estudio tiene como objetivo determinar, la epidemiología actual, clasificación, fisiopatología, cuadro clínico, diagnóstico, tratamiento médico y quirúrgico para así tener un panorama y guía en el seguimiento de esta patología.

**Palabras clave:** tumor de células gigantes, diagnóstico, tratamiento, tumor óseo, neoplasia benigna.

#### Abstract

*The giant cell tumor (GCT) has a very versatile variety from the clinical presentation in gender and age group to its degree of malignancy, becoming fatal; radiographic classification is appropriate to determine the prognosis. Determining the histopathological diagnosis, which is currently the gold standard, is a pillar for treatment. Medical treatment from monoclonal antibodies for inoperable patients or degree of metastasis against the receptor for nuclear factor-κB ligand (RANKL) to reduce the size of the tumor and make it operable is the key in this. Other treatments such as embolization, laser photoablation, zoledronic acid, bisphosphonates or even adjuvants to surgical treatment such as liquid nitrogen and ethanol at the time of curettage are options for this pathology. The objective of this review is to determine the current epidemiology, classification, pathophysiology, clinical picture, diagnosis, medical and surgical treatment in order to have an overview and guide in the follow-up of this pathology.*

**Keywords:** giant cell tumor, diagnosis, treatment, bone tumor, benign neoplasia.

## Introducción

Los tumores benignos óseos involucran una variedad muy amplia de diferentes tipos de neoplasias, este tipo de tumores varía dependiendo de la incidencia y presentación clínica, las cuales involucran una gran cantidad de opciones terapéuticas. El tumor de células gigantes (TCG) es uno de los tumores más versátiles y es de los tumores óseos

con menor incidencia.<sup>1</sup> Una de las particularidades del TCG es tener un comportamiento histológico benigno hasta en 80% de los casos, sin embargo, es un tumor con la capacidad de producir metástasis a distancia, donde su principal órgano afectado es el pulmón hasta en casi 50-52% de los casos.<sup>2</sup> Existen diferentes tipos de manejos para disminuir el índice de recurrencia local que tienen estos tumores.<sup>3</sup> Los manejos quirúrgicos con los que se cuenta son desde

#### Correspondencia:

Raúl Aragón Delgado

E-mail: aragondelgado.r@gmail.com

Recibido: 23-12-2023. Aceptado: 09-08-2024.

**Citar como:** Aragón DR, Rivera SG. Tumor óseo de células gigantes, tratamiento y diagnóstico: revisión de la literatura. Orthotips. 2024; 20 (4): 262-272. <https://dx.doi.org/10.35366/117681>

la resección intracompartimental, resección marginal o resección ampliada, el uso de adyuvantes como la criocirugía, el uso de cemento ortopédico, fenol, ácido zoledrónico, peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), láser de argón o tratamientos sistémicos que incluyen a los bifosfonatos, interferón alfa (IFN- $\alpha$ ) y denosumab, el cual tiene resultados variables y en ocasiones poco reproducibles. El objetivo de esta revisión es determinar, la epidemiología actual, clasificación, fisiopatología, cuadro clínico, diagnóstico, tratamiento médico y quirúrgico para así tener un panorama y guía en el seguimiento de esta patología.

### **Epidemiología**

El TCG representa alrededor de 4-10% de todos los tumores primarios óseos y cerca de 20% de los tumores benignos. La edad de presentación más frecuente se da entre los 20 y 40 años con un promedio de edad de 33 a 36 años. La relación entre hombres y mujeres es prácticamente la misma, presentando el 1.1:1, entre hombres y mujeres respectivamente. Los principales segmentos óseos afectados son el fémur distal (23-30%) y la tibia proximal (20-25%), seguidos de la metáfisis distal del radial (10-12%).<sup>2-4</sup> Usualmente la ubicación metafisaria (75-90%) y alrededor de 84-99% de las lesiones se extienden a menos de 1 cm del hueso subcondral. Entre 1-3.2% de los TCG producen metástasis.<sup>5,6</sup> Existe una alta recurrencia de este tipo de tumores que alcanza hasta 12 a 65% de los casos, de los cuales 10% tienen características de malignidad.<sup>7</sup> Entre 42-58% de los casos se diagnostican después de 15 meses del inicio de la sintomatología, retrasando su diagnóstico y tratamiento. De ahí la importancia de realizar un diagnóstico oportuno de esta enfermedad, dado que los primeros dos meses de inicio de los síntomas corresponden a los estadios iniciales del padecimiento, con una alta probabilidad de requerir tratamiento no agresivo. Con cada mes posterior al inicio de los síntomas, la probabilidad de que un paciente sea diagnosticado con estadios mayores de la enfermedad aumenta 10.94%.<sup>8</sup>

### **Etiopatogenia**

Los osteoclastos son células que participan en la remodelación ósea, el cual es un proceso continuo entre la formación del hueso por los osteoblastos y la resorción ósea realizada por los osteoclastos. Este balance promueve el crecimiento y la curación ósea que regula el metabolismo del calcio y del fósforo.<sup>9-12</sup>

Los osteoclastos se diferencian de las células mieloides, llamadas precursores de osteoclastos (OCP), bajo la influencia de una citocina denominada factor estimulante de colonias de macrófagos (MCSF) y el ligando activador del receptor del factor nuclear-kB, también denominado RANKL. Esta proteína es secretada por los osteoblastos y osteocitos. El RANKL se une al receptor de membrana del OCP llamado receptor activador del factor nuclear-kB (RANK), este provoca una serie de reacciones de actividad del factor nuclear activado por células T c1 (NFATc1), las cuales maduran al osteoclasto, este da una lesión lítica ósea completa.<sup>12-15</sup> Una proteína denominada osteoprotegerina (OPG), bloquea al RANKL, evitando su interacción con el RANK y la activación de los osteoclastos, esto promueve una resorción ósea excesiva.<sup>13,16</sup> Otros ligandos están siendo identificados como marcadores de la progresión del TCG; como el ligando relacionado al factor de necrosis tumoral inductor de apoptosis (TRAIL-R1), el gen p53 y la proteína Ki-67, los cuales están implicados en la regulación de la proliferación celular.<sup>17-21</sup> La mutación de la enzima isocitrato deshidrogenasa convierte al  $\alpha$ -cetoglutarato (intermediario en el ciclo del ácido cítrico, productor de energía) en un oncometabolito denominado (R)-2-hidroxiglutarato que ha sido encontrado en pacientes con TCG.<sup>22</sup> Múltiples factores de expresión están siendo estudiados para entender el complejo ambiente que rodea la proliferación osteoclástica, desde proteínas funcionales del citoesqueleto como ezrina, factores de crecimiento vascular endotelial (VEGF) o diversos antígenos como CD10, CD44 o CD138.<sup>23-26</sup>

### **Cuadro clínico y variantes de presentación**

El TCG se presenta en sus etapas iniciales con dolor, el cual es considerado como inespecífico, puede acompañarse de inflamación, aumento de volumen y presencia de masa palpable. Los pacientes también pueden presentar al inicio fracturas secundaria a la destrucción y adelgazamiento cortical en el tejido afectado.<sup>27-30</sup> El dolor que se presenta en la patología tumoral fue analizado para las lesiones agresivas y malignas. El dolor se caracteriza por ser de instalación rápida, de intensidad severa, constante, progresivo y de predominio vespertino y/o nocturno.<sup>31</sup> De igual manera, las masas palpables pueden aparecer de dos a cuatro meses después del inicio del dolor y existen casos extremos reportados de hasta cuatro años.<sup>32</sup> Clínicamente los sitios de mayor aumento de volumen,

o donde se presentan masas palpables, son las zonas metafisarias de los huesos largos, las cuales son las regiones donde se originan los TCG.<sup>33</sup> De manera habitual el TCG se encuentra en esqueletos maduros usualmente con líneas fisarias cerradas. No obstante, también pueden encontrarse de forma atípica en niños y adolescentes (1.8-7.5%) presentándose con dolor de tres o cuatro meses de evolución e inflamación. De manera usual el TCG en sujetos esqueléticamente inmaduros se considera exclusivo de la metáfisis ósea respetando la línea fisaria, la cual evita la invasión epifisaria. Sin embargo, los TCG de mayor agresividad o mayor tiempo sin tratamiento pueden volverse metaepifisarios.<sup>34,35</sup>

### *Variantes de presentación*

Los TCG pueden ser lesiones aisladas o bien presentarse varias lesiones en sitios anatómicos diferentes o multicéntricos (< 1%). Cuando se diagnostican dos o más durante la presentación inicial o se diagnostica un segundo TCG en un lapso de seis meses se le denomina TCG multicéntrico sincrónico. Si un segundo TCG se forma después de seis meses de la presentación inicial se le denomina TCG multicéntrico metacrónico. Estos últimos pueden aparecer desde 2 hasta 20 años después de la presentación de la tumoración inicial.<sup>36,37</sup> Los TCG multicéntricos presentan un comportamiento biológico y una presentación clínica (localización, edad y distribución por género) diferente a los TCG solitarios.<sup>37</sup> Nunca debe dejarse de tomar en cuenta que cualquier sitio que manifieste actividad osteoclástica tiene posibilidades de desarrollar un TCG, desde los huesos craneales

hasta las falanges o los cuerpos vertebrales, huesos planos, huesos largos o cortos,<sup>38-40</sup> que pueden generarse o extenderse hacia tejidos blandos;<sup>41</sup> estos se asemejan a otras lesiones tumorales menos agresivas,<sup>42</sup> en ocasiones se acompañan de enfermedades sistémicas<sup>43</sup> y provocan metástasis pulmonares.<sup>44</sup>

### *Imagenología/clasificación*

Durante el estudio de los tumores de células gigantes se han descrito diversas clasificaciones a través del tiempo, las primeras incluyen aspectos histológicos presentes en los tumores sin generar correlaciones clínicas.<sup>45</sup> La clasificación más utilizada en la actualidad es la generada por Campanacci y colaboradores, esta se basa principalmente en las características radiográficas tumorales y demarca de igual manera un tratamiento y un pronóstico del padecimiento.<sup>46</sup> Los componentes y grados de la clasificación se pueden observar en la *Figura 1 y Tabla 1*.

### *Histopatología*

El TCG se caracteriza por la presencia de numerosas células gigantes, células mononucleares estromales y zonas de hemorragia franca. Macroscópicamente corresponde a una masa tumoral blanda y friable, de color rojo-vino, que abomba o rompe las corticales óseas.<sup>46</sup> Pueden coexistir algunas zonas de consistencia dura que corresponden a fragmentos óseos remanentes o depósitos osteoides reactivos a las microfracturas.<sup>47</sup> La morfología histológica es muy variable entre los diferentes especímenes e incluso entre secciones del mismo espécimen. De



**Figura 1:** Campanacci y colaboradores, sistema de clasificación para TCG basado en la apariencia radiográfica de los tumores. (A) Grado 1 (latente), (B) grado 2 (activo) y (C) grado 3 (agresivo).



**Tabla 1: Clasificación radiográfica de Campanacci.**

Grado	Descripción
I	Sin alteración cortical y con un margen medular esclerótico bien definido
II	Insuflación ósea, con adelgazamiento de la corteza y margen medular no esclerótico bien definido
III	Márgenes poco claros, alteración cortical y extensión de tejidos blandos

forma general tienen un estroma vascularizado que se asocia a células ovales o fusiformes y células gigantes multinucleadas. Estas últimas corresponden a osteoclastos reactivos.<sup>47</sup>

## Tratamiento médico

### *Anticuerpos*

El denosumab es un anticuerpo que se ha recomendado como primera opción en TCG inoperable o metastásico. Este anticuerpo monoclonal humano es un inhibidor de RANK-RANKL. El cual va en contra del activador del receptor del ligando del factor nuclear- $\kappa$ B (RANKL) y ha demostrado eficacia clínica para el tratamiento en pacientes con TCG.<sup>45-50</sup> El principal propósito de la terapia con denosumab es reducir el tamaño del tumor tanto como sea posible, con el objetivo final de poder llevar a cabo cirugía local.<sup>49,50</sup> El tratamiento con denosumab mostró una eliminación severa de células gigantes similares a osteoclastos en TCG;<sup>49,50</sup> éste puede ser utilizado como neoadyuvante para todas las lesiones recurrentes, lesiones de grado II con alto riesgo quirúrgico, lesiones de grado III y casos metastásicos de TCG.<sup>51,52</sup> Se han establecido indicaciones en el empleo del denosumab en ciertos casos como la osteoporosis, hipercalcemia maligna (con prevención de aromatasa y privación ósea inducida por andrógenos) y TCG. Otras medidas de suplementación adecuada son el uso de vitamina D y calcio durante la terapia con denosumab.<sup>53</sup> La osteonecrosis de la mandíbula es un efecto adverso importante del denosumab; se debe realizar un examen bucal y dental antes y durante el tratamiento con este medicamento.<sup>54</sup> La dosis recomendada de denosumab en el TCG es de 120 mg administrados una vez cada cuatro semanas, con dosis adicionales de 120 mg en los días 8 y 15 del primer mes de terapia. El denosumab se administra como monodosis de inyección subcutánea en la parte superior del brazo, la parte superior del muslo o abdomen.<sup>54</sup>

Se tiene conocimiento de casos preliminares donde los estudios de imagen como radiografía simple o PET/TC con 18 F-FDG junto con la administración de denosumab son herramientas útiles para la evaluación clínica del paciente con TCG. La terapia con denosumab es importante para pacientes con TCG resecable, controla la enfermedad o logra resultados en procedimientos menos invasivos, además incluso en los casos en que se realiza reemplazo protésico, hace reducción del tamaño de la masa tumoral y la cicatrización del hueso alrededor de la periferia del tumor, lo cual puede facilitar la resección completa del tumor en bloque. Otro agente inhibidor en el TCG es el bortezomib, este tiene la capacidad de ser inhibidor de la proteasa dando como resultado el bloqueo de crecimiento del TCG. El bortezomib induce apoptosis de células neoplásicas, suprime la diferenciación, el reclutamiento de los preosteoblastos, la formación y la reabsorción de células gigantes.<sup>55</sup>

### La embolización y fotoablación con láser

La embolización se realiza mediante cateterismo hipersselectivo de las arterias que alimentan la lesión. La oclusión de los vasos disminuye el volumen del tumor.<sup>56</sup> La fotoablación con un láser de argón es otra terapia que puede conducir a necrosis tumoral exitosa. La embolización en serie también se utiliza como tratamiento primario en algunos pacientes con TCG de las extremidades, en especial para tumores con grandes defectos corticales o afectación articular y para aquellos con grandes TCG del sacro. Este procedimiento tiene una tasa de morbilidad baja y ha demostrado ser eficaz para preservar la función y aliviar el dolor.<sup>56,57</sup>

Otro medicamento, que es un bifosfonato en estudio, es el ácido zoledrónico que ha demostrado tener un efecto inhibitorio sobre la proliferación de células neoplásicas a 2  $\mu$ g/ml (concentración con la cual se observó un efecto inhibitorio sobre la diferenciación de osteoclastos).<sup>57</sup> Este bifosfonato indujo apoptosis de TCG de una manera dependiente de la dosis, es posible que el bifosfonato pueda tener un efecto adyuvante sostenido para TCG.<sup>58,59</sup> Otro de los tratamientos adyuvantes al tratamiento quirúrgico es el nitrógeno líquido y etanol en el momento del legrado.<sup>60</sup>

### Tratamiento quirúrgico

Las opciones de tratamiento quirúrgico incluyen la escisión intralesional o la resección segmentaria.

El tratamiento ideal de los TCG consiste en la extirpación del tumor y conservación de la articulación. Para evitar la recurrencia local, el curetaje ha sido muy utilizado y ha logrado buenos resultados clínicos.<sup>61</sup> La probabilidad de recurrencia del tumor de células gigantes es mínima o prácticamente nula al researse la totalidad del tumor con márgenes histológicos libres. La pérdida de sangre intensa e incontrolable durante la cirugía ha sido un problema común, lo que lleva a requerimientos de transfusiones masivas. La embolización preoperatoria ha reducido de forma significativa la sangre perioperatoria perdida y mejora la delimitación de los márgenes tumorales del entorno, facilitando la extirpación del tumor con reducción del requerimiento de transfusión de sangre.<sup>62</sup>

La técnica de legrado consiste en abrir el hueso a través de una gran ventana cortical que permite la visualización de toda la cavidad tumoral. Después de lograr el curetaje, la cavidad se profundiza con el uso de fresas de alta velocidad. Diversas terapias adyuvantes (incluyendo fenol y líquido nitrógeno) se pueden emplear junto con el curetaje, y es muy probable que reduzcan el riesgo de recurrencia en comparación con el legrado solo. Después de la evacuación del tumor, la cavidad se puede rellenar con cemento o injerto óseo. Se ha informado que el uso de cemento óseo como adyuvante reduce de manera significativa la tasa de recurrencia después del tratamiento intralesional de tumores benignos de células gigantes y parece ser la terapia de elección primaria, así como en tumores recurrentes de células gigantes del hueso.<sup>63</sup> Se demostró que el cemento es más eficaz en el tratamiento de TCG en comparación con el injerto óseo, con una mayor probabilidad de mejores eventos y un mejor resultado. El cemento óseo se puede combinar con el raspado firme de los bordes de la cavidad residual. Cuando el cemento óseo se solidifica, libera calor de polimerización que alcanza los 80-90 °C, lo cual tiene un efecto de inactivación a alta temperatura en la cavidad residual del tumor. Por lo tanto, sugerimos que los pacientes deben ser evaluados a lo largo de al menos el quinto año después de la cirugía final. Los datos también mostraron que las tasas de recurrencia de TCG fueron de 66.7% para el injerto óseo y 50% para cemento óseo un año después de la cirugía, mientras que en los dos primeros años la recurrencia fue de 83.3% para injerto óseo y 75% para cemento óseo.<sup>63</sup>

En pacientes que padecen TCG a nivel de la articulación de la rodilla y que no presenten características agresivas deben someterse a legrado del tumor,

mientras que aquellos con destrucción ósea severa, o cuando la reconstrucción después del legrado del tumor no cumple con los requisitos del paciente, deben someterse a la resección del tumor. El principal defecto en el legrado es que la tasa de recurrencia del tumor es mayor; también presenta lesiones corticales inadvertidas, rotura o extirpación del fibroperióstico posterior y pseudocápsula, el legrado extendido es la modalidad más común de tratamiento para los tumores de células gigantes, pero el gran defecto óseo residual después del legrado es una preocupación importante. Para un abordaje quirúrgico razonable en el tratamiento de TCG a nivel de la articulación de la rodilla, debe considerarse la ubicación del tumor, el grado de daño y su alcance. El legrado tumoral ofrece un tratamiento eficaz sin afectar el hueso de soporte. Por lo tanto, este método debe ser considerado el abordaje quirúrgico preferido para el TCG a nivel de la articulación de la rodilla. Los métodos actuales para los defectos óseos incluyen injertos autólogos, alogénicos y hueso artificial.<sup>64,65</sup>

El hueso autólogo es hoy en día la opción preferida, aunque muchos pacientes tienen grandes defectos óseos para los cuales el hueso autólogo es inadecuado; en estas situaciones, el alogénico o el hueso artificial podrían acelerar la reparación ósea. El cemento óseo se usa a menudo, ya que es relativamente barato y el calor generado durante la polimerización puede inactivar las células tumorales. Sin embargo, existen estudios que también han sugerido que el cemento óseo podría conducir a una pérdida ósea o a una cicatrización reducida. En cuanto al aloinjerto estructural a nivel de la rodilla, se coloca en la región subcondral, se cubre con una capa de espuma de gel y el resto de la cavidad se rellena con cemento óseo de polimetilmetacrilato, hidroxiapatita o fosfato tricálcico.

El injerto óseo en la región subcondral ayuda a mantener la función articular y previene la degeneración.<sup>66,67</sup> Las posibles desventajas al utilizar cemento incluyen infección, cambios artrósicos prematuros de la articulación adyacente y derrame crónico en la articulación. El tratamiento para los tumores a nivel de la rodilla incluye curetaje, curetaje con terapia adyuvante (líquido nitrógeno, peróxido de hidrógeno, fenol, láser de argón, fotocoagulación, cemento óseo o injerto óseo), y resección marginal/amplia, seguida de reconstrucción, artrodesis o reemplazo articular protésico. El uso de fenol a 5% disminuye la recurrencia, ya que el fenol provoca la coagulación de proteínas y necrosis y daña el ADN, la adición de fenol

y peróxido de hidrógeno como tratamiento adyuvante puede reducir aún más la posibilidad de reparación local. Existe un riesgo de lesión neurovascular por fenol si el aumento del periostio posterior es deficiente. En un estudio se observó necrosis completa de las células del TCG después de la aplicación con fenol a 80% durante seis minutos. Muchos estudios clínicos han demostrado que no hay efectos sistémicos o secundarios locales, ni retraso en la cicatrización después del tratamiento con fenol.<sup>67</sup>

El curetaje es el método adyuvante definido como el tratamiento preferido para la mayoría de los casos de TCG. Esta opción presenta un mejor resultado funcional, pero se asocia con una mayor probabilidad de recaída, como se evidencia en algunos estudios. El pronóstico del tumor está directamente relacionado con la calidad de la técnica de curetaje y/o resección utilizada, y no sólo con el método de reconstrucción o relleno. El curetaje intralesional ayuda a preservar la integridad de la articulación y maximiza la función sin recurrir a reemplazos endoprotésicos. La cavidad se puede reconstruir con injerto óseo, cemento óseo o fosfato de calcio.<sup>68,69</sup>

En la aplicación de la crioterapia se recomienda penetrar en el hueso circundante, esto produce un efecto necrótico en la célula por vía intracelular, cristalizando a través de congelación rápida y descongelación lenta, sin embargo, se ha informado que el uso de nitrógeno líquido por el vertido directo resulta en necrosis de la piel, complicaciones neurovasculares y otras complicaciones como fracturas en terreno patológico. La crioterapia es un método adyuvante muy eficaz para las lesiones en huesos como el fémur y la tibia, ya que protege y evita la invasión de tejidos blandos. Se prefiere la técnica de pulverización a presión de la crioterapia debido a que necesita cantidades reducidas de nitrógeno líquido, minimiza las complicaciones en los tejidos blandos y el riesgo de fractura.<sup>70,71</sup>

El bisturí ultrasónico tiene como función hacer una fragmentación selectiva; tiene una baja tasa de lesiones, alta precisión y la ventaja única de evitar el sangrado. Tres de sus funciones particulares son la fragmentación, cavitación y el efecto homeostático. La manera más eficiente de evitar recurrencias múltiples de TCG de huesos largos (con el tratamiento con bisturí ultrasónico) de la cavidad del tumor es combinar el tratamiento adyuvante local del metotrexato y aloinjerto y/o autoinjerto. Las ventajas de utilizar bisturí ultrasónico en el tratamiento del TCG son la fragmentación y los efectos de cavitación. Estas

dos funciones pueden limpiar a fondo el tejido de la cavidad tumoral incluso en la profundidad del hueso normal, eliminar por completo la fuente del tumor y crear un buen injerto óseo.<sup>71,72</sup>

En caso de recurrencia se ha recomendado la resección con márgenes amplios, seguida de reconstrucción. Sin embargo, la recurrencia local de los TCG en huesos largos tratados con curetaje y cementación, no está asociada con mayor morbilidad o mayor riesgo de recurrencia, los casos de recurrencia local pueden tratarse con éxito con más curetaje y cementación y puede reemplazar la resección en bloque con un amplio margen con un buen resultado.<sup>73,74</sup>

Para el tratamiento de TCG en la articulación del tobillo con compromiso óseo, se recomienda el manejo quirúrgico que incluya sinovectomía abierta, injerto óseo de las áreas quísticas e irrigación con peróxido de hidrógeno. El injerto óseo impactado reconstruirá el defecto óseo y proporcionará soporte estructural al cartílago astragalino circundante, generando así un proceso osteoinductivo y osteoconductor. El ser osteoinductor genera factores de crecimiento, moléculas de señalización que facilitarán el crecimiento óseo y el osteoconductor aporta minerales y colágeno para las células nativas. En el TCG de tipo difuso se ha recomendado la radiación en el entorno postoperatorio después de una resección incompleta o una cirugía primaria fallida y se sugiere una sinovectomía combinada con radioterapia perioperatoria para con una tasa reducida de recurrencia.<sup>75</sup>

A nivel de mediopié, se han publicado casos en donde se utiliza la reconstrucción con aloinjerto de cabeza femoral, la cual tiene una serie de ventajas tales como resistencia mecánica, en particular en el calcar en la región de la cabeza y el cuello que es importante para sostener las grandes fuerzas colocadas en la parte media del pie. Esto hace un relleno en un defecto óseo de forma irregular y aumenta la fijación interna rígida. Esta técnica se puede implementar para lograr una fusión estable del mediopié en el marco de la osteotomía, disminuyendo la pérdida e inestabilidad secundarias a cualquier proceso patológico destructivo.<sup>76</sup>

A nivel de radio distal, el legrado intralesional es equivalente o preferible a la escisión amplia en términos de funcionalidad, también se justifica el legrado y la colocación de injerto óseo, puede existir la falta de unión del injerto, fracaso del injerto, artritis y subluxación de la articulación con efectos adversos sobre el resultado funcional final. En caso de un TCG agresivo se prefiere la resección en bloque, ya que minimiza el

riesgo de recurrencia, se debe hacer énfasis en que 33% de pacientes con tratamiento con reconstrucción con aloinjerto requieren amputación o revisión. En la región distal del radio recidivante se recomienda la fusión de la muñeca mediante la centralización del cúbito, esta técnica requiere una cantidad mínima de injertos que se puede obtener del carpo, también evita la necesidad de injertos y la morbilidad asociada del sitio donante, como daño al nervio peroneo común (injerto de peroné) o el nervio cutáneo lateral del muslo (cresta iliaca). Se utilizan agujas de Kirschner (más bien que una placa de bloqueo) asociado a una inmovilización con yeso (12 semanas).<sup>76</sup> La fusión de la muñeca resulta en una pérdida de pronación, supinación en el antebrazo, también en flexión, extensión en la muñeca, disminución en la circunferencia distal del antebrazo, pérdida de la extensión de los músculos *pollicis brevis*, *abductor pollicis longus* y *extensor pollicis longus*, el riesgo de infección y otras complicaciones quirúrgicas. La recurrencia puede ocurrir después de un largo periodo de latencia, por lo general en los primeros dos años. En resumen, la fusión de muñeca a través de la centralización del cúbito para TCG recurrente del radio distal es una opción viable, a pesar de presentar pérdida de movimiento de la muñeca.<sup>77,78</sup>

En el caso de las metástasis los principales órganos afectados son el pulmón, cerebro, riñones, glándulas suprarrenales y piel. Se debe realizar una resección de nódulos pulmonares que aumente la supervivencia del paciente. La radioterapia es eficaz para metástasis pulmonar irreseccable, aunque puede causar fractura en terreno patológico, fibrosis y neuritis. La quimioterapia con cisplatino y doxorubicina puede aumentar la supervivencia, aunque se ha informado que más pacientes mueren por los efectos de la quimioterapia que de la propia metástasis.<sup>79</sup>

## Recurrencia

La recurrencia repetitiva no es un factor de riesgo para la desarticulación (muñeca, hombro, cadera, rodilla y tobillo), la articulación aún se conservaba en 76.6% de los pacientes que tienen una cirugía inicial con curetaje. Se ha señalado que el hueso con mayor tasa de recurrencia es el fémur proximal en comparación con la de otros sitios. Se menciona que cuando esta extremidad es afectada el tratamiento que se utiliza con mayor frecuencia es la amputación y se realiza un reemplazo protésico o artrodesis. El tratamiento del TCG recurrente de extremidades,

debe tener como objetivo preservar la función de la articulación adyacente mediante un legrado meticuloso con tratamiento adyuvante. Se sospecha que el denosumab es un tratamiento con beneficio clínico a largo plazo en TCG recurrente, sin embargo, no existen estudios que validen esta hipótesis.<sup>80</sup>

Hasta la fecha, no hay un marcador pronóstico para identificar el riesgo de recurrencia de TCG. En algunos estudios se ha detectado la expresión de Ki-67, p53 mutante, p63 y CD147 usando inmunohistoquímica. El que se activa con más frecuencia es el CD147, que es positivo con la recurrencia de TCG y se correlaciona de manera negativa con el periodo de supervivencia, por lo tanto, el CD147 es considerado como factor de riesgo para la recurrencia de TCG y puede determinarse a futuro para una nueva diana terapéutica en el tratamiento de este tumor. La clasificación de Campanacci se asocia con la recurrencia del TCG, esta menciona que a mayor grado, mayor será la tasa de recurrencia; así el grado 1 de Campanacci fue de 0, mientras que los grados 2 y 3 fueron de 13.51% y 41.67%, respectivamente. Otro factor de recurrencia es el método quirúrgico que es el principal factor que influye en la recurrencia postoperatoria. Se ha demostrado que la afectación del hueso cortical es otro factor de recurrencia, teniendo una tasa de 29%. El tejido blando afectado es un predictor independiente para la recurrencia de TCG. En caso de que el tejido blando que lo rodea no se vea afectado, la tasa de recurrencia será de 16.2%, pero cuando el tejido blando se ve afectado a través de la invasión tumoral, la tasa de recurrencia es casi el doble que la anterior 29.7%. La resección marginal de la recurrencia del tejido blando puede producir un resultado favorable para los pacientes. El lavado con agua destilada se usa para reducir la recurrencia postoperatoria del TCG.<sup>81,82</sup>

Existe un riesgo elevado de recurrencia local después del legrado de un tumor de células gigantes en el esqueleto apendicular, un legrado extenso podría proporcionar el control local favorable y la recuperación funcional, el uso de un autoinjerto para rellenar el defecto fue un factor de riesgo independiente para la recurrencia local. Se ha informado que los tumores de radio distal y fémur proximal tienen mayor riesgo de recurrencia local; asimismo rellenar el defecto se asocia con un riesgo significativo de recurrencia.<sup>83,84</sup> La recurrencia en el TCG alrededor de la rodilla ocurrió con más frecuencia en hombres y en individuos jóvenes. Se encontró que la edad de mayor recurrencia fue en pacientes de 20 a 39 años

y en aquellos tratados con legrado intralesional. La ubicación del tumor y el tipo de intervención quirúrgica fueron factores de riesgo independientes para la recurrencia local. El legrado intralesional y tener tumores localizados en el peroné proximal aumenta el riesgo de recurrencia local en pacientes con TCG primario alrededor de la rodilla. La posición anatómica del peroné proximal puede contribuir a este aumento de riesgo de recurrencia local, principalmente en hombres, ya que está rodeado por la arteria peronea y la arteria tibial anterior y vena. Los TCG de la tibia proximal tienen más probabilidades de reaparecer que los de otros lugares.<sup>85-88</sup>

### **Metástasis y transformación maligna**

La metástasis a distancia y la transformación maligna son condiciones extremadamente raras. Los órganos más afectados son el pulmón, los ganglios linfáticos, hígado, tejido blando, cerebro, mediastino, cuero cabelludo, riñón y pene. Alrededor de 3% de los TCG hace metástasis al pulmón. El intervalo desde el momento de la cirugía de la lesión primaria hasta la aparición de la metástasis pulmonar puede variar entre meses o más de 10 años. La tasa de metástasis pulmonar de 30% en pacientes con grado 3 de TCG, según la clasificación de Campanacci, indica que la clasificación del tumor podría ser un pronóstico importante y un factor para la predicción de metástasis pulmonar de TCG.<sup>87,88</sup>

### *Tratamiento quirúrgico*

Las opciones de tratamiento quirúrgico para las lesiones primarias del TCG incluyen la cirugía intralesional y la resección amplia agresiva. La escisión quirúrgica de lesiones solitarias y accesibles quirúrgicamente, así como de las metástasis pulmonares es ahora aceptada como el tratamiento de elección, con una tasa de supervivencia considerable. La resección quirúrgica adecuada, como la resección en cuña o lobectomía, debe de llevarse a cabo si es posible para prevenir la disfunción pulmonar progresiva. El pronóstico puede ser exitoso con un tratamiento quirúrgico oportuno y quimioterapia.<sup>88</sup>

### **Conclusión**

Si consideramos el hecho de que la frecuencia de otros tipos de tumores óseos como el osteosarcoma, condrosarcoma y sarcoma de Ewing no es igual en

los diferentes países del mundo, podemos inferir que sucede lo mismo para otro tipo de tumores o lesiones óseas, como el tumor de células gigantes. La comprensión de la contribución del RANKL a la patogénesis del TCG ha llevado a la aprobación de denosumab para tratar esta enfermedad en pacientes inoperables. El fármaco ha demostrado ser eficaz y con pocos efectos secundarios. En nuestro artículo se encontró información desde el tratamiento médico y quirúrgico según el estadio de la enfermedad. Recomendamos investigaciones con mayor valor de evidencia y grado de recomendación para el uso óptimo de este medicamento y el tratamiento quirúrgico.

### **Referencias**

1. Hakim DN, Pelly T, Kulendran M, Caris JA. Benign tumours of the bone: a review. *J Bone Oncol.* 2015; 4(2): 37-41.
2. Mavrogenis AF, Igoumenou VG, Megaloikononimos PD, Panagopoulos GN, Papagelopoulos PJ, Soucacos PN. Giant cell tumor of bone revisited. *SICOT J.* 2017; 3: 54.
3. DelaGarza-Montano P, Estrada-Villasenor E, Dominguez-Rubio R, Martinez-Lopez V, Avila-Luna A, Alfaro-Rodriguez A, et al. Epidemiological aspects of osteosarcoma, giant cell tumor and chondrosarcoma musculoskeletal tumors-experience of the National Rehabilitation Institute, Mexico City. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2015; 16 (15): 6451-6455.
4. Estrada-Villaseñor EG, Linares-González LM, Delgado-Cedillo EA, et al. Prevalencia y características clínico-patológicas del tumor de células gigantes. *Acta Ortop Mex.* 2015; 29 (6): 295-298.
5. Lin F, Hu Y, Zhao L, Zhang H, Yu X, Wang Z, et al. The epidemiological and clinical features of primary giant cell tumor around the knee: A report from the multicenter retrospective study in china. *J Bone Oncol.* 2016; 5 (1): 38-42.
6. Júnior RC, Pereira MG, Garcia PB, Santos PA, Cavalcanti-Ados S, Meohas W. Epidemiological study on giant cell tumor recurrence at the Brazilian National Institute of Traumatology and Orthopedics. *Rev Bras Ortop.* 2016; 51 (4): 459-465.
7. de Carvalho Diniz Ferraz DF, Torres Dos Santos CA, Farias Costa VH, Gonçalves Souza AM, Gomes Lima PR. Giant-cell tumor: analysis on the importance of early diagnosis and the epidemiological profile. *Rev Bras Ortop.* 2016; 51 (1): 58-62.
8. Georgiev GP, Slavchev S, Dimitrova I, Landzhov B. Giant cell tumor of bone: current review of morphological, clinical, radiological, and therapeutic characteristics. *J Clin Exp Invest.* 2014; 5 (3).
9. Jaffe HL. Giant-cell tumour (osteoclastoma) of bone: its pathologic delimitation and the inherent clinical implications. *Ann R Coll Surg Engl.* 1953; 13 (6): 343-355.
10. Baptista AM, Camargo AFF, Caiero MT, Rebolledo DCS, Correia LFM, Camargo OP. GCT: what happened after 10 years of curettage and cement? retrospective study of 46 cases. *acta ortopédica brasileira.* 2014; 22 (6): 308-311.
11. Saxena CC, Safaya R, Kawatra Madan N, Khan SA, Iyer VK. Histopathological, immunohistochemical, and image analytic parameters characterizing the stromal component in primary and recurrent giant cell tumor of bone. *J Clin Orthop Trauma.* 2016; 7 (2): 109-114.



12. Comunoglu N, Kepil N, Dervisoglu S. Histopathology of giant cell tumors of the bone: With special emphasis on fibrohistiocytic and aneurysmal bone cyst like components. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2019; 53 (1): 35-39.
13. Charles JF, Aliprantis AO. Osteoclasts: more than “bone eaters”. *Trends Mol Med.* 2014; 20 (8): 449-459.
14. Boyce BF, Xing L. The RANKL/RANK/OPG pathway. *Curr Osteoporos Rep.* 2007; 5 (3): 98-104.
15. Maruyama K, Takada Y, Ray N, Kishimoto Y, Penninger JM, Yasuda H, et al. Receptor activator of NF-kappa B ligand and osteoprotegerin regulate proinflammatory cytokine production in mice. *J Immunol.* 2006; 177 (6): 3799-3805.
16. Mizukami J, Takaesu G, Akatsuka H, Sakurai H, Ninomiya-Tsuji J, Matsumoto K, et al. Receptor activator of NF-kappaB ligand (RANKL) activates TAK1 mitogen-activated protein kinase kinase through a signaling complex containing RANK, TAB2, and TRAF6. *Mol Cell Biol.* 2002; 22 (4): 992-1000.
17. Dietrich MF, Cavuoti D, Landay M, Arriaga YE. Histological regression of giant cell tumor of bone following RANK ligand inhibition. *J Investig Med High Impact Case Rep.* 2014; 2 (4): 2324709614560216.
18. Liu JX, Zhang ZC, Shao ZW, Pu FF, Wang BC, Zhang YK, et al. TRAIL-R1 as a novel surface marker for circulating giant cell tumor of bone. *Oncotarget.* 2017; 8 (31): 50724-50730.
19. Yalcinkaya U, Ugras N, Kabul S, Ocakoglu G, Bilgen MS. Prognostic value of p53 protein expression in giant cell tumor of bone. *Pol J Pathol.* 2015; 66 (4): 389-396.
20. Behjati S, Tarpey PS, Presneau N, Scheipl S, Pillay N, Van Loo P, et al. Distinct H3F3A and H3F3B driver mutations define chondroblastoma and giant cell tumor of bone. *Nat Genet.* 2013; 45 (12): 1479-1482.
21. Edwards PC. Insight into the pathogenesis and nature of Central Giant Cell Lesions of the Jaws. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2015; 20 (2): e196-198.
22. Sarungbam J, Agaram N, Hwang S, Lu C, Wang L, Healey J, et al. Symplastic/pseudoanaplastic giant cell tumor of the bone. *Skeletal Radiol.* 2016; 45 (7): 929-935.
23. Kato-Kaneko M, Liu X, Oki H, Ogasawara S, Nakamura T, Saidoh N, et al. Isocitrate dehydrogenase mutation is frequently observed in giant cell tumor of bone. *Cancer Sci.* 2014; 105 (6): 744-748.
24. Al-Abbadi MA, Al-Yousef MJ, Yousef MM, Sheikh SS, Almasri NM, Amr SS. CD10 and CD138 can be expressed in giant cell tumor of bone: An immunohistochemical study. *Avicenna J Med.* 2016; 6 (3): 69-74.
25. Lehner B, Kunz P, Saehr H, Fellenberg J. Epigenetic silencing of genes and microRNAs within the imprinted Dlk1-Dio3 region at human chromosome 14.32 in giant cell tumor of bone. *BMC Cancer.* 2014; 14: 495.
26. Li C, Zheng X, Ghert M, Li H, Wang B, Feng Y. Expressions and clinical significance of factors related to giant cell tumor of bone. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8 (12): 22509-22514.
27. Zhang J, Dong J, Yang Z, Ma X, Zhang J, Li M, et al. Expression of ezrin, CD44, and VEGF in giant cell tumor of bone and its significance. *World J Surg Oncol.* 2015; 13: 168.
28. Prashant K, Bhattacharyya TD, Frank H, Ram P. An unusual case of giant cell tumor of first metatarsal: a rare case report and review of literature. *J Orthop Case Rep.* 2016; 6 (5): 3-6.
29. Savvidou OD, Mavrogenis AF, Sakellariou VI, Chloros GD, Sarlikiotis T, Papagelopoulos PJ. Extra-articular diffuse giant cell tumor of the tendon sheath: a report of 2 cases. *Arch Bone Jt Surg.* 2016; 4 (3): 273-276.
30. van der Heijden L, Dijkstra PD, van de Sande MA, Kroep JR, Nout RA, van Rijswijk CS, et al. The clinical approach toward giant cell tumor of bone. *Oncologist.* 2014 May;19(5):550-561.
31. Fotiadis E, Papadopoulos A, Svarnas T, Akritopoulos P, Sachinis NP, Chalidis BE. Giant cell tumour of tendon sheath of the digits. A systematic review. *Hand (N Y).* 2011; 6 (3): 244-249.
32. Rivera-Saldivar G, Torres-González R, Fuentes-Figueroa S, Técuatl-Gómez R, Amaya-Zepeda RA, Guevara-López U. Caracterización del dolor de la rodilla con patología oncológica. *Cir Cir.* 2012; 80 (6): 536-542.
33. Burke C, Link T, O'Donnell RJ, Cho SJ, Motamedi D. Giant cell tumor of bone: documented progression over 4 years from its origin at the metaphysis to the articular surface. *Case Rep Radiol.* 2016; 2016: 9786925.
34. Futamura N, Urakawa H, Tsukushi S, Arai E, Kozawa E, Ishiguro N, et al. Giant cell tumor of bone arising in long bones possibly originates from the metaphyseal region. *Oncol Lett.* 2016 Apr;11(4):2629-2634.
35. Sharma V, Sharma S, Mistry KA, Awasthi B, Verma L, Singh U. Giant cell tumor of bone in skeletally immature patients - a clinical perspective. *J Orthop Case Rep.* 2015; 5 (4): 57-60.
36. Strom TM, Skeie AT, Lobmaier IK, Zaiikova O. Giant cell tumor: a rare condition in the immature skeleton-a retrospective study of symptoms, treatment, and outcome in 16 children. *Sarcoma.* 2016; 2016: 3079835.
37. Liu C, Tang Y, Li M, Jiao Q, Zhang H, Yang Q, et al. Clinical characteristics and prognoses of six patients with multicentric giant cell tumor of the bone. *Oncotarget.* 2016; 7 (50): 83795-83805.
38. Wirbel R, Blümmler F, Lommel D, Syré G, Krenn V. Multicentric giant cell tumor of bone: synchronous and metachronous presentation. *Case Rep Orthop.* 2013; 2013: 756723.
39. Liu J, Yang H, Sun R, Yang Z, Zhu Z. Retrospective analysis of patients with rare-site and metastatic giant cell tumor. *Chin J Cancer Res.* 2013; 25 (5): 585-592.
40. Cañete AN, Bloem HL, Kroon HM. Primary bone tumors of the spine. *Radiologia.* 2016; 58 Suppl 1: 68-80.
41. Zhang J, Li Y, Li D, Xia J, Li S, Yu S, et al. Clinical effects of three surgical approaches for a giant cell tumor of the distal radius and ulna. *Mol Clin Oncol.* 2016; 5 (5): 613-617.
42. Briet JP, Becker SJ, Oosterhoff TCh, Ring D. Giant cell tumor of tendon sheath. *Arch Bone Jt Surg.* 2015; 3 (1): 19-21.
43. Sasaki H, Nagano S, Shimada H, Yokouchi M, Setoguchi T, Ishidou Y, et al. Diagnosing and discriminating between primary and secondary aneurysmal bone cysts. *Oncol Lett.* 2017; 13 (4): 2290-2296.
44. Rendina D, De Filippo G, Ralston SH, Merlotti D, Gianfrancesco F, Esposito T, et al. Clinical characteristics and evolution of giant cell tumor occurring in Paget's disease of bone. *J Bone Miner Res.* 2015; 30 (2): 257-263.
45. Yang Y, Huang Z, Niu X, Xu H, Li Y, Liu W. Clinical characteristics and risk factors analysis of lung metastasis of benign giant cell tumor of bone. *J Bone Oncol.* 2017; 7: 23-28.
46. Ueda T, Morioka H, Nishida Y, Kakunaga S, Tsuchiya H, Matsumoto Y, et al. Objective tumor response to denosumab in patients with giant cell tumor of bone: a multicenter phase II trial. *Ann Oncol.* 2015; 26 (10): 2149-2154.
47. Gaston CL, Grimer RJ, Parry M, Stacchiotti S, Dei Tos AP, Gelderblom H, et al. Current status and unanswered questions on the use of Denosumab in giant cell tumor of bone. *Clin Sarcoma Res.* 2016; 6 (1): 15.
48. Tanaka T, Slavin J, McLachlan SA, Choong P. Anti-osteoclastic agent, denosumab, for a giant cell tumor of the bone with

- concurrent Paget's disease: A case report. *Oncol Lett.* 2017; 13 (4): 2105-2108.
49. Kajiwaru D, Kamoda H, Yonemoto T, Iwata S, Ishii T, Tsukanishi T, et al. Denosumab for Treatment of a Recurrent Cervical Giant-Cell Tumor. *Asian Spine J.* 2016; 10 (3): 553-557.
  50. Bardakhchyan S, Kager L, Danielyan S, Avagyan A, Karamyan N, Vardevanyan H, et al. Denosumab treatment for progressive skull base giant cell tumor of bone in a 14 year old female - a case report and literature review. *Ital J Pediatr.* 2017; 43 (1): 32.
  51. Yamagishi T, Kawashima H, Ogoose A, Ariizumi T, Sasaki T, Hatano H, et al. Receptor-activator of nuclear KappaB ligand expression as a new therapeutic target in primary bone tumors. *PLoS One.* 2016; 11 (5): e0154680.
  52. Devenci MA, Paydas S, Gonlügen G, Ozkan C, Bicer OS, Tekin M. Clinical and pathological results of denosumab treatment for giant cell tumors of bone: prospective study of 14 cases. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017; 51 (1): 1-6.
  53. Singh AS, Chawla NS, Chawla SP. Giant-cell tumor of bone: treatment options and role of denosumab. *Biologics.* 2015; 9: 69-74.
  54. López-Pousa A, Martín-Broto J, Garrido T, Vázquez J. Giant cell tumour of bone: new treatments in development. *Clin Transl Oncol.* 2015; 17 (6): 419-430.
  55. Hakozaiki M, Tajino T, Yamada H, Hasegawa O, Tasaki K, Watanabe K, et al. Radiological and pathological characteristics of giant cell tumor of bone treated with denosumab. *Diagn Pathol.* 2014; 9: 111.
  56. Rutkowski P, Ferrari S, Grimer RJ, Stalley PD, Dijkstra SP, Pienkowski A, et al. Surgical downstaging in an open-label phase II trial of denosumab in patients with giant cell tumor of bone. *Ann Surg Oncol.* 2015; 22 (9): 2860-2868.
  57. Xu L, Luo J, Jin R, Yue Z, Sun P, Yang Z, et al. Bortezomib inhibits giant cell tumor of bone through induction of cell apoptosis and inhibition of osteoclast recruitment, giant cell formation, and bone resorption. *Mol Cancer Ther.* 2016; 15 (5): 854-865.
  58. Shibuya I, Takami M, Miyamoto A, Karakawa A, Dezawa A, Nakamura S, et al. In Vitro study of the effects of denosumab on giant cell tumor of bone: comparison with zoledronic acid. *Pathol Oncol Res.* 2019; 25 (1): 409-419.
  59. Yang T, Zheng XF, Li M, Lin X, Yin QS. Stimulation of osteogenic differentiation in stromal cells of giant cell tumour of bone by zoledronic acid. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2013; 14 (9): 5379-5383.
  60. Nishimura S, Hashimoto K, Tan A, Yagyu Y, Akagi M. Successful treatment with denosumab in a patient with sacral giant cell tumor of bone refractory to combination therapy with arterial embolization and zoledronic acid: a case report. *Mol Clin Oncol.* 2017; 6 (3): 307-310.
  61. Gao ZH, Yin JQ, Xie XB, Zou CY, Huang G, Wang J, et al. Local control of giant cell tumors of the long bone after aggressive curettage with and without bone cement. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15: 330.
  62. Jha R, Sharma R, Rastogi S, Khan SA, Jayaswal A, Gamanagatti S. Preoperative embolization of primary bone tumors: a case control study. *World J Radiol.* 2016; 8 (4): 378-389.
  63. Martínez-Estrada JG, Santamaría-Bahena O. Reemplazo articular en tumor de células gigantes. Reporte de ocho casos. *Acta Ortop Mex.* 2016; 30 (5): 241-245.
  64. Zhang S, Zhang J, Wang X. Comparison of tumor curettage and resection for treatment of giant cell tumor of the bone around the knee joint. *Pak J Med Sci.* 2016; 32 (3): 662-666.
  65. Saibaba B, Chouhan DK, Kumar V, Dhillon MS, Rajoli SR. Curettage and reconstruction by the sandwich technique for giant cell tumours around the knee. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2014; 22 (3): 351-355.
  66. Gupta SP, Garg G. Curettage with cement augmentation of large bone defects in giant cell tumors with pathological fractures in lower-extremity long bones. *J Orthop Traumatol.* 2016; 17 (3): 239-247.
  67. Nithyananth M, Priscilla AJ, Boopalan PV, Titus VT, Lee VN. Time required for effective action of phenol against giant cell tumour cells. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2014; 22 (1): 104-107.
  68. Rigollino AV, Fernando TS, Tanaka MH, Souza MM. Giant cell tumor locally advanced around the knee: treatment and literature review. *Rev Bras Ortop.* 2017; 52 (4): 473-478.
  69. Zheng K, Yu XC, Hu YC, Wang Z, Wu SJ, Ye ZM, et al. How to fill the cavity after curettage of giant cell tumors around the knee? A multicenter analysis. *Chin Med J (Engl).* 2017; 130 (21): 2541-2546.
  70. Dabak N, Gocer H, Cirakli A. Advantages of pressurized-spray cryosurgery in giant cell tumors of the bone. *Balkan Med J.* 2016; 33 (5): 496-503.
  71. Sun S, Zhang Q, Zhao CS, Cai J. Long-term outcomes of ultrasonic scalpel treatment in giant cell tumor of long bones. *Oncol Lett.* 2014; 8 (1): 145-150.
  72. Müller DA, Beltrami G, Scocciati G, Campanacci DA, Franchi A, Capanna R. Risks and benefits of combining denosumab and surgery in giant cell tumor of bone-a case series. *World J Surg Oncol.* 2016; 14 (1): 281.
  73. Yacob O, Umer M, Gul M, Qadir I. Segmental excision versus intralesional curettage with adjuvant therapy for giant cell tumour of bone. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2016; 24 (1): 88-91.
  74. Moon MS, Kim SS, Moon JL, Kim SS, Moon H. Treating giant cell tumours with curettage, electrocautery, burring, phenol irrigation, and cementation. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2013; 21 (2): 209-212.
  75. Li X, Xu Y, Zhu Y, Xu X. Surgical treatment for diffused-type giant cell tumor (pigmented villonodular synovitis) about the ankle joint. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017; 18 (1): 450.
  76. Fuchs DJ, Switaj PJ, Peabody TD, Kadakia AR. Tenosynovial giant cell tumor in the midfoot treated with femoral head allograft reconstruction. *J Foot Ankle Surg.* 2018; 57 (1): 172-178.
  77. Mozaffarian K, Modjallal M, Vosoughi AR. Treatment of giant cell tumor of distal radius with limited soft tissue invasion: curettage and cementing versus wide excision. *J Orthop Sci.* 2018; 23 (1): 174-179.
  78. Meena DK, Thalanki S, Sharma SB. Wrist fusion through centralisation of the ulna for recurrent giant cell tumour of the distal radius. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2016; 24 (1): 84-87.
  79. Kamal AF, Simbolon EL, Prabowo Y, Hutagalung EU. Wide resection versus curettage with adjuvant therapy for giant cell tumour of bone. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2016; 24 (2): 228-231.
  80. Takeuchi A, Tsuchiya H, Ishii T, Nishida Y, Abe S, Matsumine A, et al. Clinical outcome of recurrent giant cell tumor of the extremity in the era before molecular target therapy: the Japanese Musculoskeletal Oncology Group study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016; 17: 306.
  81. Cheng DD, Hu T, Zhang HZ, Huang J, Yang QC. Factors affecting the recurrence of giant cell tumor of bone after surgery: a clinicopathological study of 80 cases from a single center. *Cell Physiol Biochem.* 2015; 36 (5): 1961-1970.

82. Xu L, Jin J, Hu A, Xiong J, Wang D, Sun Q, et al. Soft tissue recurrence of giant cell tumor of the bone: Prevalence and radiographic features. *J Bone Oncol.* 2017; 9: 10-14.
83. Gouin F, Dumaine V; French Sarcoma and Bone Tumor Study Groups GSF-GETO. Local recurrence after curettage treatment of giant cell tumors in peripheral bones: retrospective study by the GSF-GETO (French Sarcoma and Bone Tumor Study Groups). *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013; 99 (6 Suppl): S313-S318.
84. Li D, Zhang J, Li Y, Xia J, Yang Y, Ren M, et al. Surgery methods and soft tissue extension are the potential risk factors of local recurrence in giant cell tumor of bone. *World J Surg Oncol.* 2016; 14: 114.
85. Hu P, Zhao L, Zhang H, Yu X, Wang Z, Ye Z, et al. Recurrence rates and risk factors for primary giant cell tumors around the knee: a multicentre retrospective study in China. *Sci Rep.* 2016; 6: 36332.
86. Siddiqui MA, Seng C, Tan MH. Risk factors for recurrence of giant cell tumours of bone. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2014; 22 (1): 108-110.
87. Hu Y, Zhao L, Zhang H, Yu X, Wang Z, Ye Z, et al. Sex differences in the recurrence rate and risk factors for primary giant cell tumors around the knee in China. *Sci Rep.* 2016; 6: 28173.
88. Muheremu A, Niu X. Pulmonary metastasis of giant cell tumor of bones. *World J Surg Oncol.* 2014; 12: 261.

## **Conflicto de intereses**

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses.



## Cómo realizar un cartel científico paso a paso en traumatología y ortopedia

### *How to make a step-by-step scientific poster in traumatology and orthopedic*

Alejandro Fabricio Pérez Morales,\* Jerónimo Isidro Lepe López,†

María Teresita de Jesús Morales Ortega,§ Manuel Alejandro Pérez Cisneros§

\* Médico Residente de cuarto año, Hospital General Regional #251 Metepec, Estado de México, México; † Médico Residente de cuarto año, Hospital General Regional #1. Morelia, Michoacán, México; § Médico Adscrito, Hospital General de Zapopan, Jalisco, México.

#### Resumen

Un cartel científico es un resumen gráfico de los resultados de una investigación, presenta la ventaja de proporcionar una experiencia breve, interesante y visualmente atractiva que fomente el interés del público en la ciencia, así como en la investigación y publicación de proyectos. Es importante destacar que, dentro del campo de la ortopedia, existen detalles y consideraciones específicas que deben tenerse en cuenta al desarrollar un cartel científico. Esto incluye aspectos relacionados con la anatomía, biomecánica, abordajes quirúrgicos, uso de implantes, epidemiología, así como la presentación de datos radiográficos y resultados funcionales de estudios clínicos. Presentar un cartel efectivo en ortopedia requiere habilidades en investigación, computación, diseño, redacción y presentación. Por lo tanto, se proporciona una guía integral que ayuda desde el principio hasta el final del proceso para facilitar el desarrollo de un trabajo exitoso.

**Palabras clave:** póster, guía, diseño de investigación, ortopedia, traumatología.

#### Abstract

*A scientific poster is a graphic summary of research results, which has the advantage of providing a brief, interesting and visually attractive experience that encourages public interest in science, as well as in research and project publication. It is important to note that, within the field of orthopedics, there are specific details and considerations that must be taken into account when developing a scientific poster. This includes aspects related to anatomy, biomechanics, surgical approaches, use of implants, epidemiology, as well as the presentation of radiographic data and functional results of clinical studies. Presenting an effective poster in orthopedics requires skills in research, computing, design, writing, and presentation. Therefore, a comprehensive guide is provided that helps from the beginning to the end of the process to facilitate the development of successful work.*

**Keywords:** poster, guideline, research design, orthopaedic, traumatology.

## Introducción

Un cartel científico se define como un resumen gráfico de los avances o resultados de un proyecto de investigación, comúnmente son presentados en congresos, foros o conferencias. Con frecuencia se colocan en una gran sala con cientos de ponentes de

pie tras sus carteles y son evaluados en un tiempo determinado por el personal del evento.

Por lo general se mantienen expuestos durante toda la duración del evento por lo que hay suficiente tiempo para visitar y observar todos los carteles, gracias a esto se considera un medio llamativo y adecuado para aprender unos de los otros sobre

#### Correspondencia:

Dr. Alejandro Fabricio Pérez Morales

**E-mail:** dr.faboperez@gmail.com

Recibido: 14-03-2024. Aceptado: 13-06-2024.

**Citar como:** Pérez MAF, Lepe LJI, Morales OMTJ, Pérez CMA. Cómo realizar un cartel científico paso a paso en traumatología y ortopedia. Orthotips. 2024; 20 (4): 273-286. <https://dx.doi.org/10.35366/117682>

los nuevos acontecimientos que surgen en la medicina y ciencia.

## Historia

El origen de la exposición del cartel científico es incierto, hay registros de inicios entre 1960-1970 en Estados Unidos de América, pero no fue hasta 1990 que se popularizó exponencialmente a nivel mundial por su manera atractiva de comunicar resultados científicos.<sup>1</sup>

Aunque no existe un formato internacional uniforme, diversas organizaciones coinciden en ciertas características que estos deben tener. Esto ha llevado a que el público espere encontrar elementos comunes en ellos independientemente del lugar del mundo en que se encuentren.

## Objetivo del artículo

Brindar tanto el método como la herramienta necesaria para la realización de un cartel científico exitoso además de exhortar a participar en eventos de trabajos libres, así como a la investigación y publicación.

## Modalidad de cartel

Las secciones del cartel pueden cambiar según el organizador del evento; sin embargo, la mayoría opta por el formato: introducción, material y métodos, resultados y discusión (**IMRD**). Estos serán los apartados mayormente utilizados en todo el mundo, en ocasiones, se incluyen otras secciones como: agradecimientos, conflicto de intereses, objetivos y/o conclusión. Es importante notar que a menudo se considera a las secciones de discusión y conclusión como equivalentes, y en ocasiones, los objetivos suelen incluirse dentro de la sección de introducción.<sup>2-8</sup>

Hay múltiples modalidades disponibles y la elección depende de los objetivos y el cuerpo de la investigación, entre ellas tenemos:

- Reporte de caso.
- Estudio observacional descriptivo.
- Estudio observacional analítico y Estudio experimental.
- Revisión de literatura.

## Guías internacionales

A nivel mundial, existen directrices y criterios que se deben seguir al llevar a cabo una investigación

de forma estandarizada. Entre ellas están las guías: ARRIVE, CARE, CHEERS, CONSORT, MOOSE, PRISMA, SQUIRE, SRQR, STARD Y STROBE. Estas directrices varían según el tipo y el propósito específico del estudio. Puedes acceder a todas las guías disponibles en EQUATOR (Enhancing the QUALity and Transparency Of health Research) visitando su página web en <https://www.equator-network.org/>.

## Secciones del cartel

### Título

Sección más fundamental del cartel, su objetivo es informar al lector el tema principal, resume el resultado clave de la investigación. Debe ser interesante, convincente, directo, simple, claro y breve, con menos de 15 palabras y situado en la parte superior de cartel, con letras grandes y anchas, de preferencia en negrita y en mayúsculas. Debe responder a la pregunta: ¿De qué trata?<sup>8-15</sup>

### Autores

Los autores son ordenados de acuerdo con su importancia, empezando por el autor principal de apellido a nombre, este debe ser quien lleve la mayor parte del crédito por ser el director y diseñador de la investigación, también se deberá mencionar su puesto laboral. Idealmente se permite colocar hasta cinco participantes. Debe responder a la pregunta: ¿Quiénes investigaron?<sup>2-16</sup>

Es necesario distinguir entre la lista de autores y sus respectivas afiliaciones laborales, por lo que se usan símbolos o números en superíndice para asociar al autor con su puesto: **\*\*/\*/#/\$/||/°/||/1**.

### Institución

Se refiere al lugar donde se lleva a cabo la investigación, se debe describir de forma progresiva y de menor a mayor escala geográfica: departamento/servicio, institución, ciudad, estado, país. En caso de ser un estudio interinstitucional se debe enumerar de acuerdo con su importancia. Debe responder a la pregunta: ¿En dónde se investigó?<sup>2-16</sup>

### Correspondencia

Refiere a la información de contacto de los autores, teléfono y correo electrónico; lo óptimo sería



incluir los detalles de todos los participantes, sin embargo, en la mayoría de los casos, bastará con presentar la información del autor principal. Debe responder a la pregunta: ¿Cómo puedo contactar al investigador?<sup>2-16</sup>

### *Introducción*

Su objetivo es justificar la importancia del estudio y proveer un antecedente general sobre el problema o tema a estudiar, no debe ser mayor a cinco renglones, se debe evitar información innecesaria y solo debe ocupar 20% del cartel. Debe responder a la pregunta: ¿Por qué es importante la investigación?, también se puede mencionar el objetivo del estudio, se deben incluir los siguientes aspectos:

- Definición.
- Epidemiología.
- Generalidades.
- Planteamiento del problema.

### *Objetivo*

Es la razón principal del estudio, este deberá ser escrito con verbo en infinitivo (terminación ar, er, ir), deberá ser breve y conciso, no debe ser mayor a dos renglones, sólo mencionar el objetivo principal, de preferencia evitar objetivos secundarios a menos de que sean muy necesarios. Debe responder a la pregunta: ¿Qué propósito tiene la investigación?<sup>2-16</sup>

### *Material y métodos*

Describe el qué, cómo, dónde y con qué fue realizada la investigación. Provee información detallada de los métodos, técnicas e instrumentos de estudio utilizados para la recolección y análisis de datos. El uso de imágenes y diagramas en esta sección es útil para una explicación más breve y detallada. Debe cumplir con los siguientes apartados:<sup>2-16</sup>

- Tipo de estudio.
- Lugar del estudio.
- Fecha del estudio.
- Población total, sexo, edad promedio.
- Método de recolección de datos.
- Método de evaluación y análisis de datos.
- Material utilizado.

### *Resultados*

Son el producto de la investigación de manera breve y concisa sin comentarios ni interpretación de datos. Pueden mencionarse descripciones, observaciones, mediciones y números que en su mayoría son plasmados mediante tablas, diagramas y figuras. Debe responder a la pregunta: ¿Qué obtuvimos?<sup>2,3,8,10-15</sup>

### *Discusión*

Es la interpretación y comentarios de los resultados, es decir, menciona y traduce el significado del producto obtenido. De esta forma es más fácil para la audiencia comprender el resultado.<sup>2,3,8-15</sup> En muchas convocatorias se combina discusión con conclusión. Debe responder a la pregunta: ¿Qué significa lo que obtuvimos?

### *Conclusión*

Es el comentario definitivo del estudio, especifica si el resultado fue concluyente, satisfactorio, insatisfactorio o nulo, así como la importancia del estudio, propuestas futuras, descubrimientos hechos o si hay necesidad de estudios futuros. Este debe responder y estar acorde al objetivo y al título de la investigación.<sup>2,3,8-15</sup>

### *Referencia/Bibliografía*

Es el conjunto de datos mínimos para identificar el origen de la información consultada para la realización de la investigación. Se organizan según la normativa internacional ISO 690, existen varios estilos como el sistema APA, NLM, MLA, siendo el más utilizado en las ciencias médicas el sistema Vancouver, este fue creado en Canadá en 1978 por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE). Cuenta con aproximadamente 12 formatos de citas diferentes dependiendo la fuente bibliográfica (Libro, artículo, revista, página web, etcétera).

La secuencia requerida para citar un artículo o una revista en el formato de cita Vancouver es la siguiente:

- Autor. Título. Revista. Fecha; Volumen (número): Página inicial - página final. DOI / PMID (opcional).
- Ejemplo: D Herscovici Jr., J M Scaduto, A Infante. Conservative treatment of isolated fractures of

the medial malleolus. Bone Joint Surg Br. 2007; 89 (1): 89-93.

En los carteles se utiliza la cita indirecta donde un número arábigo hace enlace con una lista de referencias. Se colocan en paréntesis (1), corchetes [1] o superíndice <sup>1</sup>.<sup>17-19</sup>

### *Asistentes de gestión de referencias*

Hoy en día, existen programas que apoyan en la formulación y gestión de referencias como Mendeley y Endnote. Estos ofrecen funciones diversas, como organización y captura de datos, simplifican el proceso de investigación, lo que los convierte en herramientas altamente recomendadas.

### *Fuentes de referencia*

A nivel mundial podemos encontrar múltiples revistas ortopédicas fidedignas de alto nivel en constante publicación, por lo que se sugiere la búsqueda de información en revistas o librerías digitales indexadas como: Orthotips, Acta Ortopédica Mexicana, SECOT (Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología), Pubmed, JAAOS (*Journal of the American Medical Association*), OTA (*Orthopaedic Trauma Association*), Science Direct, JAMA (*Journal of the American Medical Association*), Spine, FAO (*Foot & Ankle Orthopaedics*), KSSTA (*Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy*), JSES (*Journal of Shoulder and Elbow Surgery*). NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) o PubMed. Es preferible utilizar bibliografía de máximo cinco años de antigüedad en caso de ser posible.

### *Agradecimientos*

Es una lista de personas u organizaciones que apoyaron en la investigación, pero no contribuyeron de manera substancial a esta para justificar su adición como coautor. Por lo general su participación se limita a brindar información, opiniones o respaldo financiero.

### *Conflicto de intereses*

Se define como un conjunto de situaciones en las que el juicio profesional puede estar influido por un interés secundario, típicamente un beneficio económico o de orden académico, como el deseo de reconocimiento profesional.<sup>20,21</sup> Es un tema me-

ramente bioético y político, puede estar presente desde servidores públicos, instituciones, médicos o investigadores, cualquier persona u organización pudiera estar influenciado. Su importancia radica en la capacidad de interferir en los resultados de la investigación y con ello a los pacientes.<sup>22-24</sup>

Por ejemplo, un autor podría tener una relación financiera con una empresa farmacéutica que fabrica el medicamento que se está investigando en el estudio. Estos tipos de conflicto de intereses pueden influir en el trabajo del autor y es importante revelarlos para garantizar la transparencia y la integridad en la investigación.

Entre los beneficios esperados por el interés podemos encontrar: nepotismo, recepción de regalos, autocontratación, puerta giratoria política, ascensión de poder, prestigio, privilegio, fama y seguridad.

### *Áreas de interés en la investigación de traumatología y ortopedia*

La investigación en traumatología y ortopedia aborda una amplia gama de áreas, desde la prevención y tratamiento de lesiones hasta el desarrollo de técnicas quirúrgicas innovadoras. Estas áreas incluyen medicina deportiva, fracturas y luxaciones, artroplastia, cirugía reconstructiva, oncología ortopédica, ortopedia pediátrica, biomecánica, rehabilitación, epidemiología musculoesquelética, terapias biológicas, imagenología musculoesquelética y enfermedades degenerativas.

La elección del tema probablemente es la parte más complicada ya que obliga a tener curiosidad y conocimiento básico sobre el tema a estudiar. Un tema exitoso idealmente debería ser interesante, novedoso y relevante, no obstante, muchas veces no es posible cumplir con todos los aspectos, por lo que un tema y cartel bien desarrollado y explicado es suficiente.<sup>1-3</sup>

### *Redacción de las secciones del cartel*

La escritura de la información debe ser comprensible, autosustentable, breve, focal y responder el objetivo principal de cada sección; se debe evitar redundancia, pleonasmos, regionalismos, vulgarismos, abreviaturas no explicadas, idiomas distintos al principal del país y epónimos, por lo que se recomienda realizar varias revisiones al escrito y disminuir el número de errores que impidan una adecuada comprensión de la investigación. A continuación, se proporcionará un ejemplo de redacción apropiada (*Tabla 1*).

**Tabla 1: Ejemplo de redacción de secciones de cartel científico.**

Título	Osteosíntesis mínimamente invasiva con una placa puente versus un aparato ortopédico funcional para las fracturas de la diáfisis humeral	
Autores	** Fabio Teruo Matsunaga, * Marcel Jun Sugawara Tamaoki, † Marcelo Hide Matsumoto. ** Médico traumatólogo ortopeda, * Médico traumatólogo ortopeda, † Médico traumatólogo ortopeda	
Institución	División de Cirugía de Mano y Miembro Superior, Departamento de Ortopedia y Traumatología, Universidad de Federal Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil	
Historial	Trabajo revisado en marzo 2017, publicado en abril 2017 en Revista: The Journal of Bone And Joint Surgery	
Introducción	Históricamente, el tratamiento conservador se ha considerado el estándar para las fracturas diafisarias de húmero con criterio conservador. La osteosíntesis con placa puente mínimamente invasiva (MIPO) para fracturas diafisaria humeral ha demostrado ser una técnica segura con buenos resultados. El Objetivo del estudio es comparar los resultados clínicos y radiográficos entre pacientes tratados quirúrgicamente con placa puente MIPO vs conservador con aparato ortopédico funcional (1-3)	
Material y métodos	Se realiza un estudio analítico prospectivo aleatorizado controlado que incluyó 110 pacientes (73 hombres, 37 mujeres) edad promedio 38.8 años (rango 14-40 años) realizado de mayo 2012 a febrero 2015 en el Hospital de traumatología y ortopedia de la Universidad Federal de Sao Paulo Brasil, se estudian pacientes con diagnóstico de fractura diafisaria humeral en dos grupos: grupo 1 quirúrgico y grupo 2 conservador. Para su evaluación se utiliza la puntuación de hombro y mano (DASH), cuestionario de calidad de vida Short (SF-36), puntuación de <i>Constant-Murley</i> , escala visual análoga del dolor (EVA), las complicaciones y resultados radiográficos. Tuvieron seguimiento a las dos semanas; uno, dos y seis meses y al 1º año	250-300 palabras
Resultados	La puntuación DASH media del grupo 1 fue estadísticamente superior vs el grupo 2 (puntuaciones medias, 10.9 y 16.9, respectivamente; $p = 0.046$ ) solo a los seis meses. El grupo 1 tuvo una tasa significativa menor de pseudoartrosis (0% frente a 15%) con menor desplazamiento angular visto en radiografía anteroposterior (2.0 versus 10.5) (ambos $p < 0.05$ ). No se detectó diferencia entre los grupos en escala SF-36, EVA, <i>Constant-Murley</i> o desplazamiento angular visto en la radiografía lateral	
Discusión	Este estudio demuestra que el tratamiento quirúrgico con una placa puente MIPO tiene una ventaja estadísticamente significativa tanto clínica como radiológica. Por lo que se propone como tratamiento de elección cuando es posible	
Referencia	1. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. <i>J Bone Joint Surg Am.</i> 1977 Jul;59 (5):596-601. 2. Rosenberg N, Soudry M. Shoulder impairment following treatment of diaphysal fractures of humerus by functional brace. <i>Arch Orthop Trauma Surg.</i> 2006 Sep;126(7):437-40. Epub 2006 Jun 21. 3. Denard A Jr, Richards JE, Obrebsky WT, Tucker MC, Floyd M, Herzog GA. Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: a retrospective study of 213 patients. <i>Orthopedics.</i> 2010 Aug 11;33(8):33.	
Agradecimientos	Se agradece a la Universidad Federal de Sao Paulo-Escola Paulista de Medicina (Unifesp-EPM) por el apoyo a la realización del estudio	
Conflicto de intereses	Los autores no declaran ningún conflicto de intereses	
Correspondencia	Fabio Teruo Matsunaga. E-mail: fteruo@gmail.com FAX +214 9 21 57 710.	

Fuente: Matsunaga FT, et al. Minimally invasive osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2017; 99 (7): 583-592. doi: 10.2106/JBJS.16.00628.

### Secuencia para realización del cartel científico

La elaboración del cartel científico puede ser difícil para principiantes, no obstante, tener un método de elaboración facilita el proceso, por lo que se propone la siguiente secuencia para disminuir la confusión:

1. Revisión de convocatoria.
2. Elaboración de resumen.
3. Envío de resumen.
4. Esperar ser aceptado.

5. Desarrollo y diseño de cartel digital.
6. Presentación oral del cartel.

### Revisión de convocatoria

La convocatoria de carteles científicos suele ser publicada de 4-6 meses antes de la fecha oficial del evento, cada institución posee sus propias fechas de entrega y publicación, por consiguiente, es fundamental revisar minuciosamente los detalles de la convocatoria y mantenerse alerta para no pasar

por alto la fecha límite de presentación del resumen requerido para participar en el evento.

No olvidar que cada convocatoria tendrá sus propios parámetros y características propias para la realización del cartel, pero la mayoría opta por una orientación vertical con un tamaño dimensión 120 x 90 cm o en tamaño A0 (84.1 x 118.9 cm) con el formato IMRD. La fecha límite de recepción de resúmenes suele ser uno o dos meses previos a la fecha principal del evento.<sup>1,3,15</sup>

En México existen varios organismos de traumatología y ortopedia que cuentan con convocatoria para presentación de trabajos libres mediante cartel científico como: FEMECOT (Federación Mexicana de Colegios de Ortopedia y Traumatología) CMO (Colegio Mexicano de Ortopedia), AMECRA (Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva Articular y Artroscopia), AMCICO (Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna), SMOP (Sociedad Mexicana de Ortopedia Pediátrica) entre otros, se enlista en el siguiente cuadro la lista de los organismos y sus fechas aproximadas del evento y fechas límites de entrega de resúmenes (Figura 1).

### Elaboración de resumen

Es una recopilación de los puntos clave de la investigación, esta etapa puede ser desafiante, ya que implica condensar una investigación extensa en un texto breve, generalmente tiene como límite una extensión de 250-300 palabras por resumen, NO incluyen los apartados de título, autores, correspondencia, referencia ni conflicto de intereses, por lo que solo contarán el contenido neto de la investigación, es decir: introducción, material y métodos, resultados y discusión.

El resumen puede usarse como contenido final para el cartel, en la impresión final se permite una extensión adicional de palabras, con una recomendación que llega hasta las 350 palabras.

#### Recomendaciones para resumir:

- En la sintaxis: identificar el sujeto y predicado principal del tema y no desviarse de este.
- Eliminar información no necesaria o poco relevante para la investigación.
- Búsqueda y eliminación de palabras redundantes y pleonasmos.
- Sustitución de palabras u oraciones más cortas mediante sinónimos.

Asociación congreso	Área	Fecha aproximada	Fecha límite de trabajos libres
 CMO RESIDENTE	Mixto nacional	Enero	Diciembre
 SMCC	Cadera	Febrero	Aún sin trabajo libre
 CMO	Mixto nacional	Abril	Marzo
 AMECRA	Cirugía Articular Artroscopia	Junio	Marzo
 AMMOM	Metabolismo óseo	Junio	Abril
 SMPYT	Pie y tobillo	Marzo	Febrero
 SMCMM	Mano y Microcirugía		Aún sin congreso ni trabajo libre
 SMOOSE	Ortopedia Oncologica		Aún sin congreso ni trabajo libre
 AMCICO	Columna	Septiembre	Agosto
 FEMMEDE	Medicina del Deporte	Octubre	Septiembre
 FEMECOT	Mixto Nacional	Octubre	Agosto
 SMOP	Ortopedia Pediatría	Noviembre	Septiembre
 SMCHC	Extremidad Superior	Noviembre	Aún sin trabajo libre

Figura 1: Lista de sociedades de traumatología y ortopedia en México y las fechas aproximadas de sus respectivos congresos, así como la fecha aproximada de límite de entrega de trabajo libres, ordenados de inicio a final del año. «Información sujeta a cambios a través del tiempo, realizado el día 30/05/2024».

- Eliminación de exceso de articulaciones.
- Utilización de abreviaturas internacionales.
- Uso de inteligencia artificial que asista en el resumen del texto original.

### *Esperar a ser aceptado*

Después de enviar el resumen dentro del plazo establecido, el siguiente paso es esperar la aceptación. En la mayoría de los casos se recibirá un correo electrónico con una carta de aceptación adjunta, se proporcionará un número de folio con la fecha y hora de la exposición del cartel; es posible que este número de folio coincida con el número asignado al stand del cartel.

Si no se envía el resumen dentro del plazo establecido es recomendable preguntar si existe la posibilidad de una prórroga. A menudo hay cierta flexibilidad en estas situaciones, siempre vale la pena comunicarse al comité organizador, ya que a veces, se encuentra una solución incluso cuando parece improbable.

### *Desarrollo y diseño del cartel digital*

El diseño del cartel es muy crucial ya que nos da la portada y apertura para que nuestra investigación sea percibida, la primera impresión es importante. Debe cumplir los cinco principios del diseño gráfico: énfasis, balance, ritmo, unidad y proporción. El diseño debe ser coherente con el tema de la investigación, temática del congreso y al público objetivo. A veces el comité organizador ya tiene una plantilla de fondo preestablecida y común para todos los carteles. El balance entre texto e imágenes deberá ser 50/50% (Figura 2).<sup>25,26</sup>

### *Programas de diseño*

Actualmente hay *softwares* de computación que son útiles para la creación del cartel científico, muchos presentan herramientas que facilitan su realización como los programas de presentación, asistentes de diseño, asistentes de colores y banco de imágenes. Se recomienda el uso de programas como Microsoft Office, PowerPoint o Canva (Figura 3).

### *Armonía cromática*

Refiere al equilibrio en la utilización o combinación del color provocando un efecto estético de simetría, estabilidad y armonía en el espectador.

Se recomienda utilizar el círculo cromático como referencia para la creación y utilización de colores, tomando modalidades establecidas de color como análogos, monocromáticos, complementarios, tríadas o tétradas. También existen paletas de colores ya establecidas como colores cálidos, fríos, terraceo, neón, pasteles, etcétera que pueden apoyar en la decisión de la utilización de colores.<sup>27-34</sup>

En la psicología se ha observado que, dependiendo del color, se produce una influencia en nuestras percepciones y estado de ánimo por lo que se sugiere una minuciosa elección de colores contemplando este aspecto.

### *Fotografía - Ángulos de captura*

La angulación se refiere a la inclinación espacial entre la cámara y el objeto fotografiado. En fotografía médica, los planos neutro y cenital suelen ser los ideales ya que permiten una mejor visualización de las estructuras anatómicas en sus proyecciones anterior-posterior o lateral. Los ángulos picado, contrapicado y nadir se utilizan cuando los ángulos neutro y cenital dificultan la visualización deseada de la imagen (Figura 4).

### *Iluminación*

Se aconseja enfocar hacia el punto principal y regular la entrada de luz para mejorar la percepción visual en ese punto central de la imagen, así como combinar entre el uso de luz de fondo o focal (Figura 4).

### *Texto*

- Utilizar tipografías *serif* o *sans serif*.
- Para tipografías *serif* se recomienda: times new roman, cambria, century schoolbook.
- Para tipografías *sans serif* se recomienda: arial, calibre, helvética.
- Utilizar máximo dos tipos de tipografías.
- Usar color de letra que contraste con el fondo (ejemplo, letra negra/fondo blanco).
- Presentar adecuada alineación entre cuadros de texto.
- Flujo de información secuencial de arriba abajo de izquierda a derecha (Figura 5).
- El título idealmente en mayúsculas y en negritas.
- Extensión del título ideal de 5 a 15 palabras.



- Texto legible de 1.5 - 3 metros de distancia.
- Tamaño de fuente: título 130-80 puntos, encabezados 50-30 puntos, texto 40-20 puntos, pie de fotos y leyendas 30-15 puntos (Figura 6).
- Extensión del texto puede ser igual al del resumen (250-300 palabras) o máximo 350 palabras, no sobrecargar de información.
- Evitar abreviaturas o acrónimos.
- En caso de utilizar abreviaturas/acrónimos, especificar previamente su significado al menos una vez.
- Las únicas abreviaturas permitidas sin especificar son las estandarizadas del Sistema internacional de unidades básicas (empleadas en medidas de tiempo, longitud, masa o volumen) y las internacionales por NCBI.
- Utilizar énfasis textuales (subrayado, cursiva o negritas) pero no abusar de estos.
- Se recomienda interlineado de 1.0 - 1.5.
- Idioma: se recomienda utilizar el idioma nacionalizado del país donde se expondrá.
- Texto con alineación tipo justificado o en alineación a la izquierda.

- Títulos, subtítulos, autores y/o correspondencia pueden estar con alineación central izquierda o derecha.<sup>2,3,12-14,35-40</sup>
- El cartel debe explicarse solo sin necesidad del expositor.

### Imágenes/Diagramas

- Deberá tener un pie de foto breve.
- Deberá tener mención/cita de la imagen en el texto «Figura 1».
- La figura o cuadro deberá tener referencia bibliográfica si es posible.
- Se recomienda tener variedad entre fotografías, imágenes, íconos, tablas y diagramas.
- Los gráficos y tablas se usan para sintetizar gran información.
- Uso de sombreado y delineado en las tablas.
- Las imágenes se usan para mostrar evidencia o dar una descripción visual más detallada del concepto.
- No mostrar imágenes o diagramas irrelevantes.
- No usar clip-art.

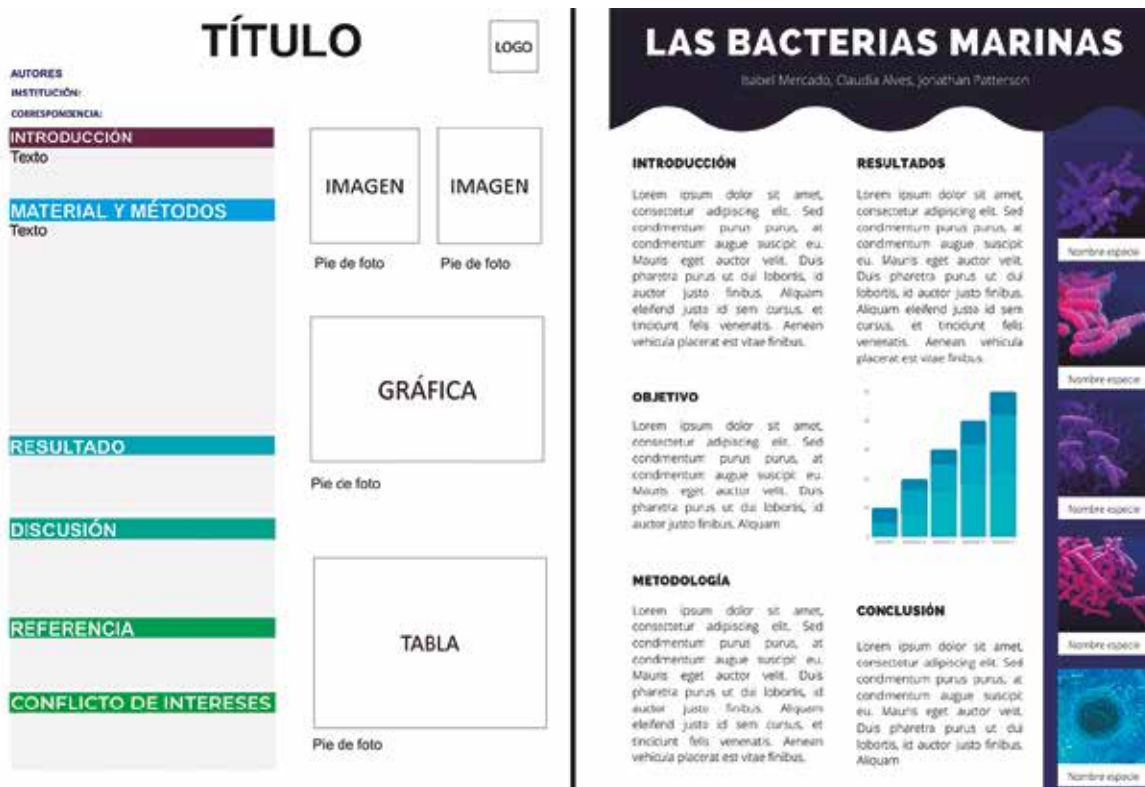


Figura 2: Ejemplos de diversos diseños presuntos de carteles científicos, superiores con diseños más simples desarrollados en Microsoft PowerPoint, inferiores con diseños más estilizados desarrollados en Canva.

- Los mejores formatos para elección de imágenes son PNG y JPG.
- No ampliar las imágenes desde una arista ya que distorsiona la imagen, hacerlo por medio del vértice (*Figura 7*).
- Uso de alta calidad, resolución y nitidez de preferencia calidad de 300 a 1,200 dpi (píxeles por pulgada).
- El tamaño entre imágenes y tablas deber ser proporcionado entre sí.

Ícono	Programa	Función	Link
	Microsoft Office PowerPoint		<a href="https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/microsoft-office">https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/microsoft-office</a>
	Apple Software Keynote	Programa de presentación	<a href="https://www.apple.com/mx/keynote/">https://www.apple.com/mx/keynote/</a>
	Adobe Illustrator	Creador de gráfico vectorial	<a href="https://www.adobe.com/mx/products/illustrator/">https://www.adobe.com/mx/products/illustrator/</a>
	Canva		<a href="https://www.canva.com/es_419/">https://www.canva.com/es_419/</a>
	Piktochart		<a href="https://piktochart.com/">https://piktochart.com/</a>
	Microsoft Office Publisher	Herramienta de diseño	<a href="https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/microsoft-office">https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/microsoft-office</a>
	Adobe Color		<a href="https://color.adobe.com/es/">https://color.adobe.com/es/</a>
	Paletton	Paleta de colores	<a href="https://paletton.com/">https://paletton.com/</a>
	Mindthegraph		<a href="https://mindthegraph.com/">https://mindthegraph.com/</a>
	Flaticon		<a href="https://www.flaticon.com/">https://www.flaticon.com/</a>
	Depositphotos	Banco de imágenes	<a href="https://mx.depositphotos.com/">https://mx.depositphotos.com/</a>
	Freepik		<a href="https://www.freepik.es/">https://www.freepik.es/</a>

**Figura 3:** Programas de computación útiles para el desarrollo y diseño del cartel científico, se anexa enlace para su obtención. «Enlaces sujetos a cambios a través del tiempo, realizado el día 30/05/2024».

- Logotipo de institución u organización debe estar situado en las esquinas superiores, máximo 2 logos.
- Evitar mostrar demasiados gráficos, ideal tres, máximo cinco.<sup>2,3,12-14,35-40</sup>

### Utilización de código QR

Actualmente, se utilizan para mostrar contenido audiovisual o descargar el medio de contacto del investigador. Para crear un código QR se necesita un generador y estos están disponibles de manera gratuita en internet, basta con hacer una búsqueda sencilla en un motor de búsqueda como google para encontrar diversas opciones de «generadores de códigos QR».

Para compartir un video, es necesario primero cargarlo en un servicio de almacenamiento en la nube, como YouTube, Google Drive, Dropbox, Mediafire o Mega, una vez cargado se genera un enlace que dirige al video, el cual se puede compartir con otras personas, con éste se puede crear un código QR.

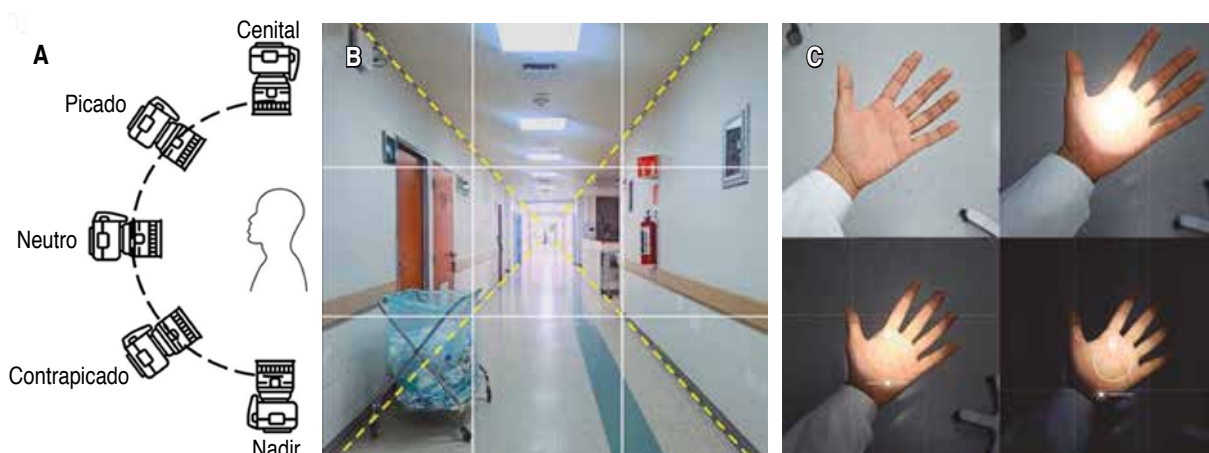
### Presentación oral del cartel

El último paso para finalizar la travesía. Se prefiere que el presentador sea el autor principal, quien lideró la investigación, debe tener una conducta profesional, seria y formal sin llegar a la altanería, sobretodo debe ser experto en el campo, así como poder responder todo lo presente en el poster y en caso de surgir preguntas ser capaz de contestar sin dificultad. Todos tenemos nuestra forma única de expresarnos, por eso se recomienda ser auténtico, relajarse y confiar

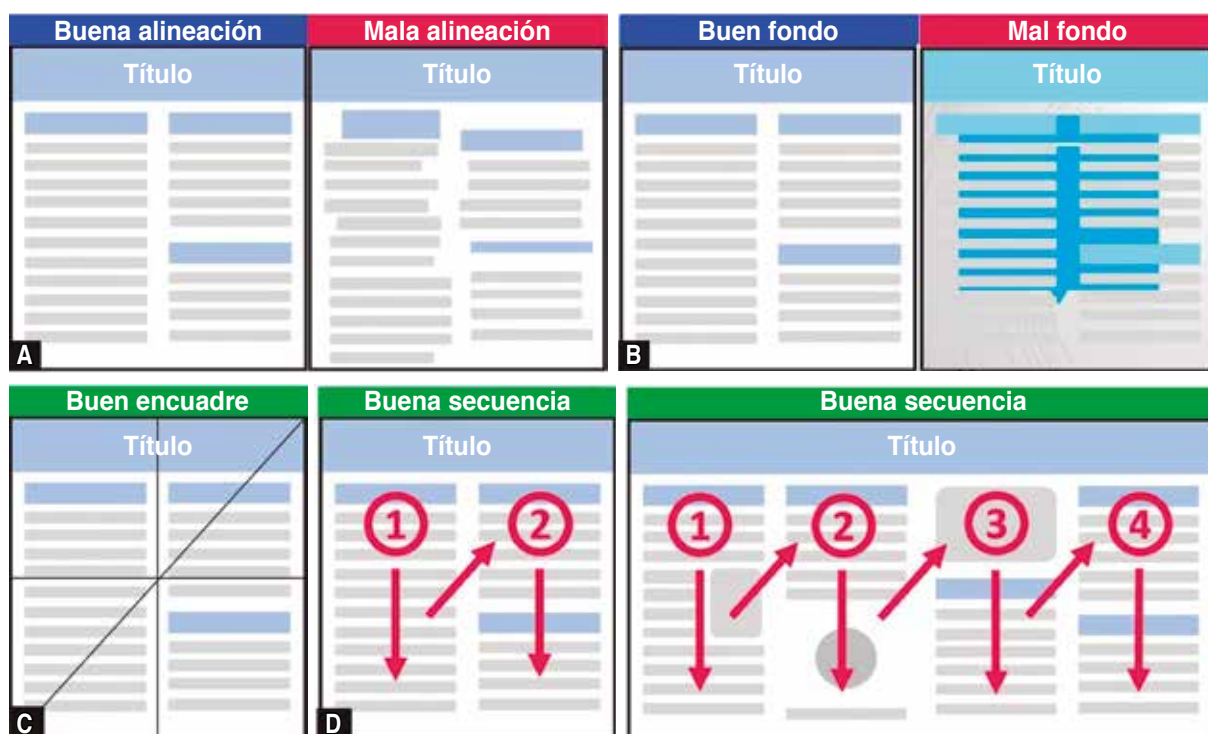
en uno mismo. La presentación tiene una duración promedio de 5 a 10 minutos con una audiencia de 1 a 5 personas.

Los siguientes puntos son importantes para una óptima presentación:<sup>41</sup>

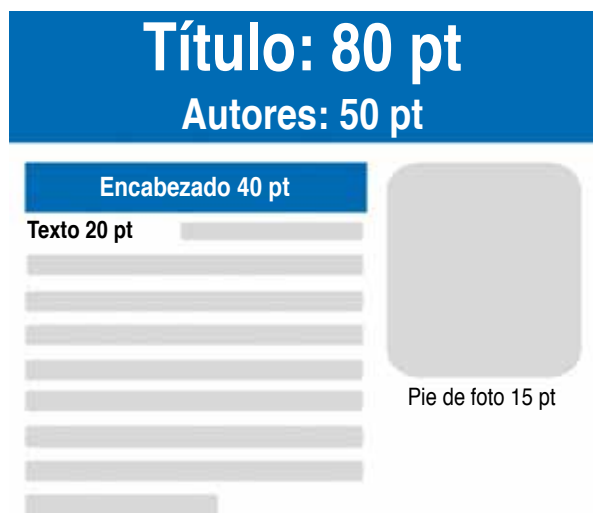
- Ensayar previamente la presentación, semanas, días y horas antes.
- Ensayar la presentación con otras personas.
- Conocer su audiencia.
- Usar vestimenta formal.
- Dominar el tema base «como la palma de tu mano».
- Dominar toda la investigación realizada, el proceso y su conclusión.
- Ser puntual al horario de cita. De preferencia llega antes.
- Presentarse a sí mismo al inicio de la sesión.
- No leer palabra por palabra lo escrito en el cartel.
- Seguir la secuencia planteada en el cartel.
- Usar lenguaje corporal.
- Realizar contacto visual.
- Usar lenguaje científico. Evitar regionalismos o vulgarismos.
- Hablar fuerte, claro y con moderada velocidad.
- Variar en la modulación de la voz.
- Optar una postura firme pero relajada.
- Estar preparado para responder preguntas.
- Responder preguntas de la manera más atenta y clara.
- En caso de no saber la respuesta, es mejor decir «no cuento con el dato por el momento».



**Figura 4:** Ejemplos de la toma adecuada de fotografía. **A)** Ángulos de captura de fotografía. **B)** Uso de líneas de guía para distribución de objetos, así como uso de punto de fuga para énfasis de foco. **C)** Uso de luz de fondo versus luz focal, así como empleo de enfoque y regulación de entrada de luz.



**Figura 5:** A) Uso adecuado de alineación de texto y cuadros. B) Uso adecuado de fondo en relación con el contraste entre texto y fondo. C) Buen encuadre por espacio y distribución de objetos y texto. D) Secuencia de lectura cefalocaudal de izquierda a derecha.



**Figura 6:** Ejemplos del diseño del cartel en relación al tamaño de fuente, tipo de fuente *serif calibri* y uso de espacios entre objetos sugeridos.

- Llevar una atenta y formal discusión con la audiencia.
- Señalar al cartel cuando se hable de un punto específico.

- Evitar el exceso de muletillas verbales.
- Crear un guion de la presentación como guía.
- Agradecer al evaluador por su atención y despedirse cordialmente.

Otras recomendaciones:

- Calzar zapatos cómodos y llevar una silla portátil, probablemente dures de una a dos horas esperando a los evaluadores.
- Llevar cinta para poder colocar el cartel en las pancartas, en caso de no traer, el personal de staff te podrá ayudar.
- Ir acompañado te podrá dar algo de seguridad si te sientes en un ambiente familiar, además se puede ayudar a colocar el cartel, tomarte una fotografía o incluso puedes practicar tu discurso con tu acompañante.

### *Errores más comunes*

Es muy escrupulosa la realización de un cartel científico por lo que es fácil dar por alto algo, podemos comprender tres grupos de errores:<sup>2,38,40</sup>

- Error de contenido: error ortográfico, cartel no autosustentable, no especificar abreviaturas, redundancia, falta de pie de foto, ausencia o inadecuada referencia bibliográfica, incongruencia entre el título y el contenido, precisión excesiva de tablas, texto redundante y extenso, imágenes y gráficos no sombreados ni delineados, no respetar parámetros de la convocatoria.
- Error de diseño: letra no visible ni legible, colores no armónicos, imagen no nítida, estructura de información no secuencial, alineación de texto no justificado, distribución no simétrica, uso mixto entre 2D-3D, mal balance entre texto e imágenes, mal contraste entre fondo y texto, falta de formalidad, simplicidad excesiva.
- Error de ponencia: llegar tarde, no dominio del tema, incongruencia entre lo expuesto y lo escrito, actitud insegura, ansiosa o agresiva, exceso de muletillas, postura rígida, lenguaje no profesional, vestir ropa inadecuada.

*Estrategias para solución de conflictos y autoevaluación*

Los errores y éxitos son oportunidades de aprendizaje. Una vez identificados los problemas comunes,

es recomendable implementar estrategias y acciones para resolverlos, tanto antes, durante y después de la presentación del cartel:

- Solicitar retroalimentación a los evaluadores.
- Anotar los errores para evitarlos la próxima vez.
- Buscar soluciones con base en lo aprendido.
- En caso de tener un éxito buscar la mejora y perfección.

*Resumen*

La realización de un cartel científico es muy extensa y minuciosa por lo que se resume lo más importante en estos puntos:

- Título: portada de la investigación debe ser interesante llamativo claro y conciso.
- Autores: se ordenan en importancia y se escriben iniciando por apellido, así como su puesto laboral.
- Institución: se especifica de menor a mayor magnitud a nivel organizacional.
- Introducción: menciona el concepto base, la importancia del tema y el objetivo del estudio.



**Figura 7:** Ejemplos de uso adecuado de las imágenes y gráficos **A)** Comparación entre imagen con buena resolución y nitidez cual se observan todas las estructuras. **B)** Uso adecuado de gráfico no sobresaturado y simple. **C)** Ampliación adecuada de imagen no distorsionada.



- **Material y métodos:** describe qué, cómo, cuándo, dónde, por quién y con qué fue realizada la investigación.
- **Resultados:** son los datos obtenidos de la investigación sin una interpretación.
- **Discusión:** es la interpretación de los resultados, así como la conclusión. Mencionar si se cumplió el objetivo del estudio.
- **Referencias:** se usa sistema Vancouver, formato depende del medio: artículo, libro, web etcétera.
- **Elección de tema:** para principiantes: estudios descriptivos; para experimentados: reporte de caso; para veteranos: estudios analíticos y experimentales.
- **Especificaciones:** tamaño 120 x 90 cm o tamaño A0, resumen 250-300 palabras, texto final hasta 350 palabras, formato común IMRD. Balance texto-imagen 50:50.
- **Imágenes y gráficos:** siempre enunciar figura, pie de foto, marco y referencias si es posible. Buena nitidez, fotografías con adecuada perspectiva, ángulo e iluminación, gráfico simple y no saturado de información.
- **Texto:** utilizar tipografías *serif* o *sans serif*, legible hasta 3 metros de distancia, especificar las abreviaturas.

## Conclusión

El cartel científico es el resumen gráfico de una investigación cuya ventaja es proporcionar una experiencia breve, interesante y visualmente atractiva que exhorta al público a interesarse por la ciencia, así como a la investigación y publicación de proyectos. Posee múltiples detalles a desarrollar y vigilar además de obligar a poseer habilidades de investigación, computación, diseño, redacción y conferencia. Contar con una guía que ayude de principio a fin facilita mucho el camino hacia un cartel científico exitoso. Aunque su realización demande tiempo y dedicación, siempre será una experiencia enriquecedora que conduce al crecimiento personal, social y científico.

## Agradecimientos

Se agradece a mis padres, mis tías, a los médicos adscritos del Hospital General Regional No. 251, a mis amigos residentes de guardia, a la revista Orthotips de FEMECOT, y sobre todo al Dr. Mejía Silva Darío, Dr. Porrás Jose, Dr. Gómez Francisco, Dr. Galicia Marco, Dr. Chavez Manuel, Dr. Lecuona

Victor, Dr. Rubi Ricardo, Dr. Manzo Ricardo, Dr. Espinosa Sergio, Dr. Varela Hector, Dr. Moreno Josue, Dr. Leal Arturo, Dr. Lopez Alanis, Dr. Moscardo Rafael, Dr. Contreras César, Dr. Avendaño, Dr. Villanueva Ricardo, Dr. Irisson Israel, Dr. Nava Maximino, Dr. Jardon Marco, Dr. Santillan Jonathan, Dr. Ruiz Jose, Dr. Derbez Jose, Dr. Tena Oscar, Dr. Hazel Christian, Dr. Porrás Gustavo, Dr. Vivanco Oscar, Dr. Mundo Juan, Dr. Calleja Hector, Dr. Jorge Orozco, Dra. Heziquio Karime, Dra. Jimenez Lilia, Dr. Miramontes Luis, Dr. Becerril Jose, Dr. Marco Antonio Pérez Cisneros, Citlalli Pérez Morales, Oscar Loyola Luna, Marcos Michell García Herrera, Julio Cesar Villa Villa, Carlos Fiscal Rangel, Leonardo Isaac Re Pillado, Gilberto De Jesús Lara, Brenda Cossío Romero, Máximo Canales Domínguez, Karla Itzel Marmolejo Portillo, Priscila Martínez Ruiz, Irving Kevin Flores, Aylin Carolina Molina Medina, Angel David Araugo Soto, Valeria Nava, Brandon Sanchez Campa, Daniel Hernandez Martinez, Juan Salvador Arias Fernandez, y Oscar Castillo, Isaac Martinez, Yajan Fadul, Efrain Hernandez, Michell Martinez, Eugenio Jaime, Mildred Villalobos, Benhur Diaz, Jorge Acedo, Gustavo Cervantes, Alfredo Roas, Araceli Valle Reyes y Isaac Cortés Vaca por todo el apoyo proporcionado para la realización de este artículo durante mi residencia médica.

## Referencias

1. van't Hooft A. Cómo elaborar un cartel científico. Revista COLSAN. 2014; 5: 134-145.
2. Jiménez ÁJM, Muleiro EP, Salcido RMV. Cómo realizar un cartel científico en cirugía de columna. Cir Columna. 2023; 1 (1): 59-64.
3. Moore LW, Augspurger P, King MO, Proffitt C. Insights on the poster preparation and presentation process. Appl. Nurs. Res. 2001; 14 (2): 100-104.
4. Prieto L. Más allá de los métodos cuantitativos y cualitativos: el método científico. Rev Salud Pública. 1997; 5: 195-199.
5. Gundogan B, Koshy K, Kurar L, Whitehurst K. How to make an academic poster. Ann Med Surg (Lond). 2016; 11: 69-71.
6. Friedman GD. Be kind to your reader. Am J Epidemiol. 1990; 132 (4): 591-593.
7. Guirao-Goris SJA. Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene. 2015; 9 (2). doi: 10.4321/S1988-348X2015000200002.
8. Pasteur L. Etudes sur la biere, ses maladies causes qui les provoquent, procédé pour la rendre inaltérable, avec une théorie nouvelle de la fermentation. Paris: Gauthier-Villars; 1876.
9. Levitt HM. How to conduct a qualitative meta-analysis: tailoring methods to enhance methodological integrity. Psychother Res. 2018; 28 (3): 367-378.
10. Siwek J, Gourlay ML, Slawson DC, Shaughnessy AF. How to write an evidence-based clinical review article. Am Fam Physician. 2002; 65 (2): 251-258.
11. Pautasso M. Ten simple rules for writing a literature review. PLoS Comput Biol. 2013; 9 (7): e1003149.
12. Shelledy DC. How to make an effective poster. Respir Care. 2004; 49 (10): 1213-1216.

13. Christenbery TL, Latham TG. Creating effective scholarly posters: a guide for DNP students. *J Am Assoc Nurse Pract.* 2013; 25 (1): 16-23.
14. Kralikova B, Leutwyler A, Pernin T. Comment réaliser un poster scientifique? *Rev Med Suisse.* 2019; 15 (664): 1707-1710.
15. Taggart HM, Arslanian C. Creating an effective poster presentation. *Orthop Nurs.* 2000; 19 (3): 47-49.
16. Van Wee B, Banister D. How to write a literature review paper? *Transp Rev.* 2016; 36 (2): 278-288. doi: 10.1080/01441647.2015.1065456.
17. Masic I. The importance of proper citation of references in biomedical articles. *Acta Inform Med.* 2013; 21 (3): 148-155.
18. Penders B. Ten simple rules for responsible referencing. *PLoS computational biology.* 2018; 14 (4): e1006036.
19. de Lacey G, Record C, Wade J. How accurate are quotations and references in medical journals? *Br Med J (Clin Res Ed).* 1985; 291 (6499): 884-886.
20. Mackey SC. Clarification of conflict of interest disclosure. *JAMA.* 2022; 327 (16): 1617.
21. Annane D, Charpentier B. Do I have a conflict of interest? Yes. *Intensive Care Med.* 2018; 44 (10): 1741-1743.
22. Punjabi PP. A surge in "interest of conflict" in "conflict of interest". *Perfusion.* 2020; 35 (2): 95.
23. Celis MÁ, Halabe J, Arrieta O, Burgos R, Campillo C, De la Llata M, et al. Conflictos de intereses en medicina. Recomendaciones del CETREMI. *Gac Med Mex.* 2019; 155 (5): 563-564.
24. Muth CC. Conflict of interest in Medicine. *JAMA.* 2017; 317: 1812.
25. Grech V. Presenting scientific work-news media theory in presentations, abstracts, and posters. *Saudi J Anaesth.* 2019; 13 (Suppl 1): S59-S62.
26. Young J, Bridgeman MB, Hermes-DeSantis ER. Presentation of scientific poster information: lessons learned from evaluating the impact of content arrangement and use of infographics. *Curr Pharm Teach Learn.* 2019; 11 (2): 204-210.
27. Ambrose G., Harris P. The fundamentals of graphic design. London, UK: AVA Publishing SA Bloomsbury Publishing Plc; 2009.
28. Palmer SE. Modern theories of Gestalt perception. *Mind Lang.* 1990; 5: 289-323.
29. Forsyth R, Waller A. Making your point: principles of visual design for computer aided slide and poster production. *Arch Dis Child.* 1995; 72 (1): 80-84.
30. Adams FM, Osgood CE. A cross-cultural study of the affective meanings of color. *J Cross Cult Psychol.* 1973; 4: 135-156.
31. Wexner LB. The degree to which colors (hues) are associated with mood-tones. *J Appl Psychol.* 1954; 38: 432-435.
32. Won S, Westland S. Colour meaning and context. *Color Res Appl.* 2017; 42: 450-459.
33. Xu H, Shi L. Analysis of graphic language expression in visual communication design. *Comput Intell Neurosci.* 2022; 2022: 2434992.
34. Lopes D, Correia J, Machado P. EvoDesigner: evolving poster layouts. *Entropy (Basel).* 2022; 24 (12): 1751.
35. Crick K, Hartling L. Preferences of knowledge users for two formats of summarizing results from systematic reviews: infographics and critical appraisals. *PLoS One.* 2015; 10 (10): e0140029.
36. Wen L, Jingjing W, Chen W, Luyu S. Research on the visual imagery of posters based on the culture code theory of design. *Front Psychol.* 2022; 13: 861366.
37. Harikrishnan KM, Kumaravelu S. Poster presentation: an effective means of scientific communication. *J. Assoc. Physicians India.* 1995; 43 (8): 546-547.
38. Block SM. Do's and don'ts of poster presentation. *Biophys J.* 1996; 71 (6): 3527-3529.
39. Rieder CE. Guidelines for a scientific presentation. *J Prosthet Dent.* 1992; 68: 702-707.
40. Mendoza-Martínez VM, Rivera-Heredia ME, González-Videgaray M, Del Río-Martínez JH. Criterios para la presentación de carteles científicos. *Revista de la Comisión de Investigación de FIMPES.* 2007; 2: 11-21.
41. Blome C, Sondermann H, Augustin M. Accepted standards on how to give a Medical Research Presentation: a systematic review of expert opinion papers. *GMS J Med Educ.* 2017; 34 (1): Doc11.

## Conflicto de intereses

Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.



# Classification and algorithm proposal for the orthobiological management of bone loss. New therapeutic approach

## Propuesta de clasificación y algoritmo del manejo ortobiológico de las pérdidas óseas. Nuevo enfoque terapéutico

Rodolfo Sánchez Ayala,\* Israel Gutiérrez Mendoza,‡ Miriam Astrit Barriga Magaña,§  
Rafael Reyes Pantoja,¶ José Fernando Izquierdo Moncayo,|| Luis Padilla Rojas,\*\*

Juan Antonio Silva Méndez,‡‡ Eder Askary Méndez Cerda,§§ Darío Esaú Garín Zertuche¶¶

\*Orthopedic Trauma Surgeon UNAM. Arthroscopy, Regenerative Orthopedic and Sport Medicine Clínica del Pilar and Hospital Quirón, Barcelona, Spain, ISAKOS Teaching Center. Coordinator Regenerative Orthopedic FEMECOT Section 2022-2024. Orthopedic Postgraduate Professor UNAM. Staff of Osteoarticular Rescue Department General Hospital «Dr. Miguel Silva» Morelia, México. Staff Hospital Memorial Morelia, México. ORCID: 0000-0003-3481-8911; ‡Orthopedic Trauma Surgeon. Medical Science Master Degree, Aguascalientes, México. Editorial Committee OrthoTips Journal FEMECOT. FEMECOT Research Program Coordinator. ORCID: 0000-0003-2483-2365; §Orthopedic Trauma Surgeon, UNAM, General Hospital «Dr. Miguel Silva» Morelia, México. ORCID: 0000-0001-9245-4699; ¶Orthopedic Trauma Surgeon, Head of service and Professor Orthopedic and Traumatology UNAM, General Hospital «Dr. Miguel Silva» de Morelia, Michoacán. Staff Star Médica Hospital Morelia, México. ORCID: 0000-0003-4944-6954; ||Orthopedic Trauma Surgeon. Spinal Interventionism. Member Regenerative Orthopaedic FEMECOT Section 2022-24. Ángeles Hospital, Santa Clarita Clinic, Tijuana, México ORCID: 0000-0003-0917-3226; \*\*Orthopedic Trauma Surgeon. Puerta de Hierro Hospital Zapopan, México. Professor Metropolitana de Occidente University, Chair FEMECOT International Committee, Trauma Section FEMECOT. Trauma Editorial Committee Ortho Tips Journal FEMECOT. ORCID: 0000-0001-6658-4123; ‡‡Orthopedic Trauma Surgeon, Postgrade Professor Orthopedic and Traumatology UNAM, General Hospital «Dr. Miguel Silva» Morelia, México. ORCID: 0000-0002-1629-1266; §§Orthopedic Trauma Spine Surgeon, Postgrade Professor Orthopedic and Traumatology UNAM, General Hospital «Dr. Miguel Silva» Morelia, México. ORCID: 0000-0003-3304-773X; ¶¶Orthopedic Trauma Surgeon. Arthroscopy and Joint Reconstruction Surgeon. Head Professor Joint Reconstruction Fellowship Ángeles Hospital, Tijuana, México. President FEMECOT. ORCID: 0000-0001-9466-6505

### Abstract

Through the signaling of growth factors, osteoprogenitor cells and the extracellular matrix as a natural scaffold, bone consolidation is achieved. Bone regeneration can be affected by mechanical or biological factors. The diamond concept is to have osteoinductive mediators, osteogenic cells and osteoconductive matrix (scaffold), as the framework for a successful bone repair response, mainly based on mechanical stability and biological environment, through adequate vascularity and optimal physiological state of the host. There are systematic reviews that support the use of polytherapy with orthobiologics under the diamond concept in acute fractures, delayed union and non-unions. There are several options for the management of bone loss: the application of autograft with collagen sponge, placement of autologous tricortical iliac crest block, the induced membrane technique, intercalary segment allograft, vascularized fibular graft and bone transport. We propose a classification/algorithm as a treatment guideline according to bone loss, aseptic or septic, using the best orthobiological elements and techniques available in the literature, optimizing the mechanical and biological environment to achieve consolidation and the bone salvage.

**Keywords:** bone loss, algorithm, classification, platelet-rich plasma, bone marrow, graft.

### Resumen

Por medio de la señalización de factores de crecimiento, las células osteoprogenitoras y la matriz extracelular como andamio natural, se logra la consolidación ósea. La regeneración ósea puede ser afectada por factores mecánicos o biológicos. El concepto diamante es contar con mediadores osteoinductivos, células osteogénicas y matriz osteoconectiva (andamio), siendo este el marco de referencia

### Correspondence:

Rodolfo Sánchez Ayala

E-mail: mdms06@hotmail.com

**How to cite:** Sánchez AR, Gutiérrez MI, Barriga MMA, Reyes PR, Izquierdo MJF, Padilla RL, et al. Classification and algorithm proposal for the orthobiological management of bone loss. New therapeutic approach. Orthotips. 2024; 20 (4): 287-306. <https://dx.doi.org/10.35366/117683>

Received: 02/08/2024. Accepted: 05/16/2024.

*para una respuesta exitosa en la reparación ósea, basado principalmente en la estabilidad mecánica y en el ambiente biológico, mediante una adecuada vascularidad y un óptimo estado fisiológico del huésped. Hay revisiones sistemáticas que apoyan el uso de politerapia con ortobiológicos bajo el concepto diamante en fracturas agudas, retardo en la consolidación y pseudoartrosis. Existen diversas opciones para el manejo de las pérdidas óseas: aplicación de autoinjerto con esponja de colágeno, colocación de bloque de cresta iliaca tricortical autólogo, la técnica de membrana inducida, aloinjerto en segmento intercalar, injerto de peroné vascularizado y transporte óseo. Proponemos una clasificación/algoritmo como guía de tratamiento de acuerdo con el tamaño de la pérdida ósea, aséptica o séptica, utilizando los mejores elementos ortobiológicos y técnicas que hay en la evidencia literaria, optimizando el ambiente mecánico y biológico para lograr la consolidación y el rescate óseo.*

**Palabras clave:** pérdida ósea, algoritmo, clasificación, plasma rico en plaquetas, médula ósea, injerto.

## Introduction

Bone is one of the few organs that maintains the potential for regeneration in adult life. There are three main components for achieving bone consolidation: growth factor signaling, osteoprogenitor cells, and the extracellular matrix/natural scaffold.<sup>1</sup> These are the three biological prerequisites for fracture healing, thus the so-called «diamond concept» is formed by a complex triangular figure of interactions between osteogenic cells, osteoinductive stimuli, and osteoconductive matrix scaffolds, and also a fourth element, which is mechanical stability, crucial for bone consolidation.<sup>2</sup>

The polytherapy approach called the «Diamond Concept», designed by Giannoudis and colleagues, provides guidance for the minimum requirements necessary to optimize bone healing, including osteoconductive scaffolds, osteogenic and angiogenic cells, osteoinductive mediators, and adequate mechanical environment.<sup>3</sup>

The area of where the bone defect is, is the heart of the diamond concept. This area is where the bone repair process will take place and will be called «the biological chamber», whose properties include vascularity for transporting and supplying oxygen, nutrients, signaling molecules, and the migration of osteoprogenitor cells.<sup>2</sup> The diamond concept has proven itself to be an important framework for understanding the minimum requirements for bone healing, and it is also very useful when planning the surgical management of nonunion fractures in both upper and lower limbs.<sup>4</sup>

Modern treatment strategies use a combination of graft and bone substitutes to be placed at the site of the bone loss. There are several indications for the use of bone graft, such as in traumatic defects, as part of bone defect management like in the Masquelet technique, and to improve the biological activity of an atrophic nonunion. The success of healing with bone grafts lies in using the diamond approach as a

conceptual framework, by providing osteogenic cells, osteoinductive mediators, an osteoconductive matrix, mechanical stability, and adequate vascularity.<sup>5</sup>

The term «composite graft» refers to the combination of different materials to increase the biological properties and volume of the bone graft.<sup>6</sup> Materials that can be used include autologous bone graft, allograft, BMP-2, PRP, bone marrow aspirate, xenograft granules, and isolated synthetic granules or those with collagen matrices.<sup>7</sup> This approach has been popularized within the conceptual framework of the diamond concept to optimize biological stimulation, known as polytherapy.<sup>5</sup> The efficacy of polytherapy via composite grafts has been reported by Giannoudis and colleagues, through the application of the diamond concept using the polytherapy approach, the authors achieved consolidation in 98% with a mean of six months.<sup>8</sup>

The objective of proposing a classification and algorithm for orthobiological management of bone losses is to have an organized treatment approach guide based on the size of the bone loss, whether it is infected or not. This involves understanding the properties of each orthobiological element and mandatorily applying the diamond concept. The priority is given to the technique or techniques that, according to current literature, have the lowest percentage of complications and the greatest possibility of achieving bone consolidation and rescue.

## Diamond concept

The diamond concept refers to the availability of osteoinductive mediators, osteogenic cells, osteoconductive matrix (scaffold); an optimal mechanical environment; adequate vascularity and targeting in case of the existence of any host comorbidity.<sup>1,2</sup> A complex polytherapy approach called the «diamond concept», this provides a guideline for the minimal requirements needed for efficient bone healing. Each component within this approach plays a critical role in the overall ability of the biological



substitute for bone healing and regeneration. The biomaterial scaffold acts as a 3D microenvironment for cells by providing structural support, porous to allow for cellular migration and vascular network infiltration.<sup>3</sup> The biological chamber, the heart of the diamond concept, is based on the need for containment. This chamber allows an influx of biological activities to promote healing in a timely manner. That is, the development of a bioreactor<sup>1-4</sup> (Figure 1).

The success of fracture consolidation depends on the biological environment of the fracture site (availability of mediators, progenitor cells and matrix, immunoregulatory cells, among others) in addition to an optimal mechanical environment that provides adequate stability, facilitating the successful

evolution of the physiological process of bone repair. The diamond concept is the reference framework for a successful response in bone repair, giving importance to both mechanical stability and the biological environment. Adequate vascularity and the physiological state of the host are essential for fracture repair.<sup>4</sup>

First of all, we must know and understand the mechanism of action and efficacy of scaffolds, growth factors and cell therapies in bone healing stimulation of diaphyseal fractures.

The autograft combines all properties required in a biological graft: osteogenic, osteoconductive and osteoinductive properties. The allograft the main disadvantage is the loss of osteogenic potential, having osteoconductive properties. The demineralized bone matrix preserves collagens, non-collagenous proteins and growth factors, having osteoinductive and predominantly osteoconductive properties. The Platelet-rich plasma has predominantly osteoinductive properties. The bone marrow aspirate concentrate has osteoinductive and predominantly osteogenic properties<sup>5,9</sup> (Figure 2).

Synthetic growth factors, including bone morphogenetic protein, fibroblast growth factor (FGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), platelet derived growth factor (PDGF), insulin-like growth factor (IGF), bone morphogenetic protein-2 (BMP-2) and bone morphogenetic protein-7 (BMP-7) regulate the activity of osteoprogenitor cells and their differentiation into osteoblasts, stimulate chondrocyte proliferation in endochondral bone formation. Fibroblast growth factors are secreted by monocytes, mesenchymal stem cells, osteoblasts, and chondrocytes; from the early stages of fracture

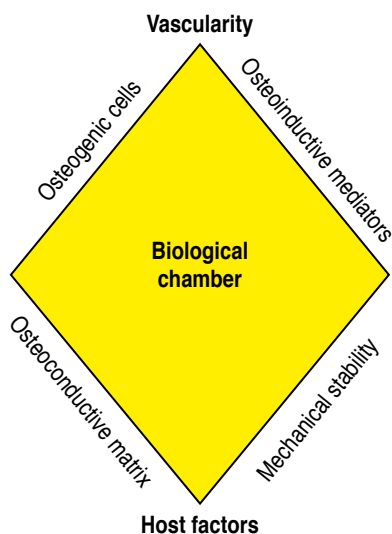


Figure 1: Diamond concept.

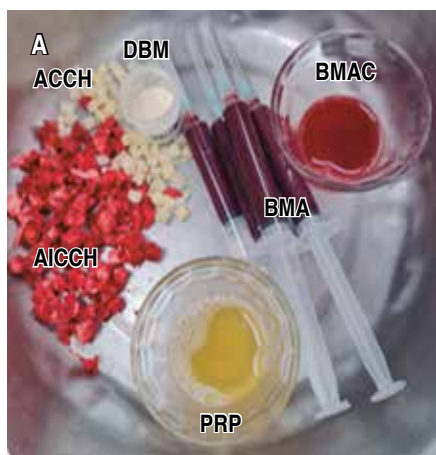


Figure 2:

**A)** Orthobiological elements: AICCH = autologous iliac crest cancellous chips, ACCH = allograft cancellous chips, DBM = demineralized bone matrix, BMA = bone marrow aspirate, BMAC = bone marrow aspirate concentrate, PRP = platelet-rich plasma. **B)** Diamond blend or composite graft.



healing through the healing process. They have been found to shorten healing time with high rates of consolidation.<sup>9</sup>

The gold standard for augmenting bone healing remains autologous bone graft, however, limitations in volume mean that combination with other techniques is often required to achieve successful union. The concept «composite graft» (polytherapy) refers to the process of combining different available materials in order to increase the biological properties and the volume of bone graft, being a sensible option for one to consider for the treatment of recalcitrant non union, critical size bone defects, and in patients with compromised biological host responses. Enhancing the biologic properties and potency of a graft material appears to generate powerful osteogenic and angiogenic conditions<sup>5</sup> (Figure 2).

In the last decade, the «diamond concept», has given equal importance to the mechanical stability and the biologic environment, and offered a new paradigm for complex fractures and impairment union management. Additional local biological enhancement by addition of a scaffold, growth factors, and cell therapies whilst preserving the local vascular supply. The evidence available nowadays showed convincing results supporting the use of «polytherapy» with the diamond concept over «monotherapy».<sup>9</sup>

### **Bone consolidation and risk factors**

In long bone fractures the displacement, comminution and disruption of the vascular supply that affects the healing process, in addition to severe bone defects, soft tissue damage, open fractures and the risk factors of each patient; lead to non-unions or delayed union, which ranges from 1.9 to 10% of diaphyseal fractures.<sup>9</sup>

Risks of non-union can be defined as patient dependent and independent, as well as local and systemic, some of which can be modified to enhance fracture healing.<sup>4</sup>

Risk factors for bone healing: age: in older adults the periosteum is fibrous and causes slower callus formation, osteoporosis: due to decreased estrogen receptor expression, there is low production of growth factors, as well as mesenchymal cell deficiency. Poorly controlled diabetes: poor vascularization that promotes soft tissue damage, delayed consolidation and non-union. Smoking: nicotine inhibits cell proliferation during the repair process, acts as a vasoconstrictor, therefore, perfusion damage,

hypoxia and ischemia. Alcoholism: > 1,000 cm<sup>3</sup> per day of ethanol inhibits ossification in bone formation. Use of NSAIDs for a period > 4 weeks immediately after surgery, reduces osteoblastic activity and inhibits prostaglandin synthesis. Nutrition: amino-protein malnutrition negatively affects consolidation. Vitamin D: its supplementation has been shown to stimulate osteogenesis, increase the production of osteocalcin and stimulate bone resorption mediated by osteoclasts. There are other risk factors that alter bone healing such as reduced muscle mass, sarcopenia, calcium, postmenopausal women, genetic polymorphisms and fracture-related factors such as high-energy trauma, soft tissue injury, open fracture with high Gustilo-Anderson classification grade, large interfragmentary spaces, complex fractures and biomechanical comminutability, large fracture hematoma, infection and prolonged immobilization.<sup>9</sup>

Under certain conditions, there may be a need to try and enhance fracture repair, be that in the context of high-risk injuries, such as those with bone loss, or in the case of non-union where the fracture will fail to heal without further intervention.<sup>5</sup>

### **Clinical results of orthobiology in trauma**

#### *Acute fractures*

Marongiu et al., in a systematized review of clinical evidence on the treatment of acute diaphyseal fractures with orthobiologics, included 1,350 patients, where the evidence shows convincing results supporting the use of combination therapy with orthobiological treatments in delayed union and non-unions; a few high-level studies and other reports demonstrated findings in favor of the application of the diamond concept in acute fractures. Vascularized and non-vascularized cortical autografts represent the ideal, due to their osteoinductive, osteoconductive and osteogenic properties and mechanical support function.<sup>10</sup>

Jamal et al, from a systematic review of 27 articles with 1,631 patients, in 13 studies evaluated the use of PRP in delayed union or non-union, seven studies in the management of acute fractures, four studies in osteotomies and tibial lengthening and three studies in lumbar spine pathology. Of these 9 level 1 randomized controlled studies, 16/27 studies evaluated PRP with other orthobiologics (autologous, allograft, BMAC, DMB, BMP-7, BMC, MSC), 11/27 studies only PRP, 18/27 studies reported a clinical benefit of PRP.<sup>11</sup>

Not only is BMAC indicated for nonunions, it should be strongly considered for primary arthrodesis and fractures, especially when the host is metabolically compromised.<sup>12</sup>

### *Delay in consolidation and non-unions*

Orthobiologics are frequently used to increase fixation and improve the biology of bone healing, especially in atrophic non-union. Autologous bone graft is the most recommended treatment since it is osteoinductive, osteoconductive and osteogenic, although it is associated with comorbidities related to obtaining the graft. The use of BMAC plus DBM has shown excellent results in the treatment of atrophic non-union.<sup>13</sup> Hernigou et al, demonstrated an 88% cure rate in atrophic non-unions treated with percutaneous BMAC.<sup>14</sup> Desai et al, used DBM plus BMAC with a union rate of 86% at 4.5 months in atrophic tibial non-unions.<sup>15</sup> PRP has only shown good potential in the treatment of non-unions, reporting union rates of 87 and 9% in 2 studies.<sup>13</sup> Benshabat et al, in a retrospective study in a case series of 21 patients of non-union in clavicle fracture were treated with open reduction and internal fixation plus BMAC from 2013 to 2020 with a 36-month follow-up, 20 (95.2%) patients demonstrated union in 4.5 months, with good functional qualifications, without complications.<sup>16</sup>

Imam et al, in a Systematic Review of clinical applications and complications of BMAC in bone defects and non-unions; 40 studies, 15 of non-union, 18 of bone defects (including spine) and 7 studies of complications. They concluded that MSCs in BMAC have a self-renewal potential capable of differentiating into different musculoskeletal tissues. BMAC has been used to improve bone healing.<sup>17</sup>

Osteogenesis means the formation of bone by viable cells from the bone marrow or autograft. Osteoinduction describes bone formation by mitogenesis of undifferentiated perivascular mesenchymal stromal cells, leading to the formation of osteoprogenitor cells and osteoblasts. This is seen followed by transplantation of bone marrow autograft, demineralized bone matrix, bone morphogenetic protein BMPs, platelet-rich plasma, and autologous growth factors. Osteoinduction is a process where bone formation is enhanced by an appropriate structural environment, where osteoconductive material serves as a passive scaffold. This is pursued with autograft or allograft transplantation and demineralized bone matrix.<sup>18</sup>

### *Absorbable collagen sponge*

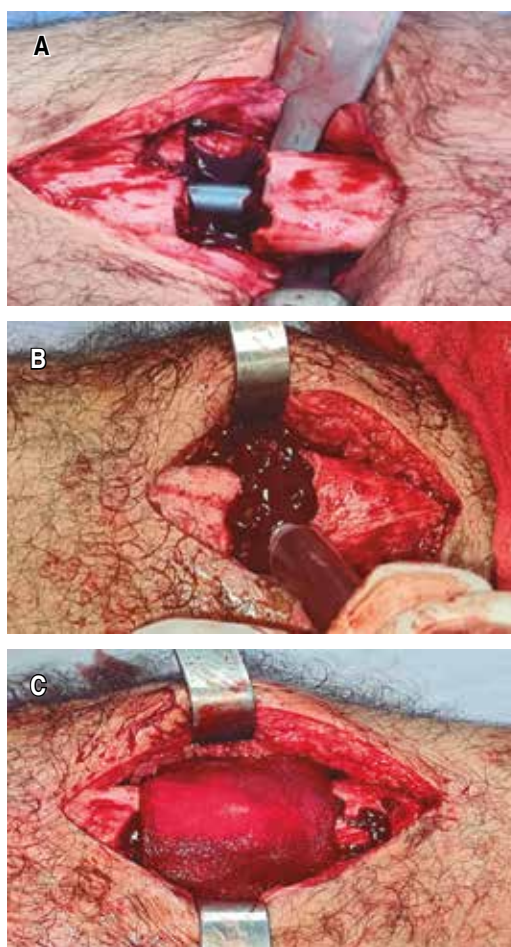
Wang et al. describe a hemostatic sponge gelatin that can act as a scaffold for engineered bone tissue. Its characteristics of biodegradability, biocompatibility, and its ability to promote cell proliferation and migration, as well as osteogenic differentiation to preosteoblasts have been demonstrated.<sup>19</sup>

Collagen, especially type I, is an important organic component of natural bone. Its adequate biocompatibility, degradability, hydrophobicity, porosity, osteoconductivity and cell adhesion promoter, is widely used in bone and cartilage tissue engineering. Collagen, a natural polymer, is frequently modified by other materials into hydrogels constructs, scaffolds, sponges, microfiber/nanofibers, and microspheres/nanoparticles to improve biological and mechanical properties in the field of bone regeneration. Collagen-based compounds demonstrate a positive effect on cells (BMSCs, ADSCs, MC3T3-E1, HUVECs, etc.), drugs (alendronate, strontium ranelate, genetics, proteins and peptides); or growth factors (BMP-2, BMP-4, TGF- $\beta$ 1, VEGF, etc.) to lead to bone/cartilage regeneration or vascularization.<sup>20</sup> Collagen is capable of increasing bone mineral density, osteoblast maturation and proliferation. Elango et al, found that collagen treated with bone marrow stem cells and mature osteoblastic cells increased proliferation compared to controls. AmRNA osteogenic markers and protein expression increased significantly compared to control.<sup>21</sup> This suggests that collagen is able to promote stem cell differentiation and osteoblastic activity. Collagen scaffolds have been shown to be beneficial with respect to bone regeneration.<sup>22</sup> Absorbable collagen sponges act as a scaffold promoting early vascularization and osteoinduction they provide osteogenic cells, are biocompatible, and have the ability to adapt to bone.<sup>23</sup> Cho JW et al, found in 21 patients that using the induced membrane technique, bone graft with a central absorbable gelatin sponge, reduced the requirement for bone graft; and in 18 patients (86%) consolidated radiographically at 9.1 months on average. A circumferential bone graft around a central gelatin sponge in association with the induced membrane technique can be successfully applied in critical bone defects involving the metaphyseal and diaphyseal area of long bones for the treatment of osteomyelitis and open fractures. The advantages of this method are the limited availability of cancellous bone autografts and in defects that require large

amounts of graft. Gelfoam is a gelatin sponge that is based on a type A purified pig gelatin, which is widely used for bleeding control and has proven biocompatible and biodegradable properties. It is completely absorbed in 4 to 6 weeks by the action of collagenases and subsequently phagocytizes its fragments. It is flexible and can be shaped in various ways with suitable mechanical properties. It has the capacity as a scaffold for osteoblasts, which can proliferate, differentiate and integrate inside the sponge within its porous structure.<sup>24</sup> In an *in vivo* study Finn et al, applied Gelfoam to assess its potential to regenerate bone in the iliac crest defect in dogs and two months later, bone formed in the defect to which Gelfoam was applied. Gelatin sponge residues were incorporated into the new bone, with no foreign body reaction present.<sup>25</sup> In a clinical study of seven patients, sponge gelatin was inserted into the maxillary sinus, successfully inducing bone formation.<sup>24</sup> Giles et al, in a case series study of distal femoral pseudarthrosis, reported that iliac crest autograft plus bone marrow aspirate covered with collagen gelatin sponge (Gelfoam) was used, achieving total consolidation within the first six months of postoperative treatment, highlighting its use as a scaffold in orthopedics, since in addition to functioning as a transporting surface for cells and growth factors from bone marrow aspirate, it works as a means of containment and union of the bone graft between both ends of the fracture. Thus, this important tool is a candidate to function as a biomaterial that facilitates cell differentiation and migration, demonstrating that patients had a faster and more effective consolidation, and this could be a treatment guideline for pseudarthrosis and bone loss and that it is a low cost and reproducible technique<sup>26</sup> (Figure 3).

### *Bone marrow aspirate*

The iliac crest is considered the most suitable site for bone marrow aspirate.<sup>27</sup> Pierini et al, compared the concentration of MSCs between anterior and posterior iliac crest bone marrow aspirate in 22 patients, they found that the mean number of MSCs was 60% higher in the posterior crest than in the anterior crest, significantly. They concluded that taking the bone marrow from the posterior iliac crest is better.<sup>28</sup> This will depend on the position of the patient in surgery, the impossibility of placing the patient in the prone position, the familiarity of the surgeon with the anatomy of the iliac crest.<sup>27</sup> Hyer et al, demonstrated in a study that



**Figure 3:** Type IA: **A)** Bone loss 3 cm with a intramedullary nail of tibia. **B)** Placing the bone marrow clot over the composite graft or diamond blend. **C)** Applying collagen gelatin sponge (Gelfoam) around and containing the composite graft.

there are up to 898.4 MSC/mL in the iliac crest. This study confirmed that the iliac crest aspirate is the most appropriate.<sup>29</sup> Regarding the anatomy of the iliac crest, Hernigou et al, divided the length of the iliac crest into 6 different sections, each approximately 4 cm long. They found that sections 1, 4, and 5 are the thinnest sections, resulting in a high risk of cortical penetration, and that sections 2, 3, and 6 are the most suitable for the trocar, since they are thicker and safer.<sup>30</sup>

Neurovascular structures at risk: the external iliac artery in sections 1 and 2. Any trocar inserted in sections 5 and 6 in depth that is greater than 60mm and only 5 degrees of deviation at risk of cortical penetration, is possible injury in sciatic nerve and superior gluteal vessels.<sup>27</sup>

The size of the syringe: ideally, they should be 10 ml syringes, as Hernigou et al, found that the concentration of MSCs was 300% higher in aspirates with 10 ml syringes, since hypothetically the diameter of the syringe of 10 ml is less, which creates a high negative pressure, resulting in a higher MSC harvest. They recommend using low-volume syringes and aspiration at different sites.<sup>27,31</sup>

Aspirated volume: it is recommended to aspirate in volumes of 2 ml from one site. Muschler et al, found that the MSC concentration decreases by 28% in volumes of 1 to 2 ml and 38% between 2 to 4 ml.<sup>32</sup> Hernigou et al. found that, using 10 ml syringes, the MSC concentration decreased by 82% from 1 to 10 ml or from 2,062 to 376 MSCs/ml. Their conclusion was that aspiration of 10 to 20% of the syringe volume was ideal.<sup>33</sup>

Aspirate concentration: studies have shown that BMAC has a higher concentration of MSCs than non-concentrated aspirate.<sup>27</sup> The concentration of MSCs in bone marrow is 2,500 progenitor cells/cm<sup>3</sup> can be concentrated. Some have described primary fracture fixation with BMAC-enriched allografts for complex fractures and bone defects as an alternative to autografts. The role of BMAC in delayed consolidation or non-unions of long bones can be applied alone or in combination with scaffolds (autografts, allografts, DMB), PRP and BMPs.<sup>9</sup> Hernigou et al, centrifuged the bone marrow aspirate to separate the heavier polymorphonuclear layer. A 300 ml volume was reduced to 60 ml after the concentration process and the aspirate concentration increased from 612 to 2,579 MSCs/ml after concentration.<sup>14</sup> Although the concentrating process can optimize the success of the bone marrow aspirate in the treatment of non-unions, special equipment and increased surgical time are required, which can hinder this step. Successful results have been reported when unconcentrated bone marrow aspirate is performed, aspirated from multiple sites with aliquot volumes with small syringes, as well as taken from the posterior iliac crest.<sup>27</sup> (Bain and members of the British Society of Hematology, 2003) collected data that found that, in 55,000 procedures, only 26 adverse effects were reported, an incidence of 0.05%. The most frequent was hemorrhage and one death.<sup>34</sup> Hernigou et al, reported a complication rate of 7.6%. Complications such as anemia not requiring transfusion, persistent and early pain at the aspiration site, neuralgia, hematoma and seroma formation, superficial infection, aspiration site ossification, and aspiration site fracture. Compared with taking the iliac crest graft, which is 80.2%. They concluded that bone

marrow aspirate is 10 times less complicated than iliac crest graft harvesting.<sup>33</sup> Hernigou et al, mention that bone marrow aspirate injection does not increase the risk of developing cancer in patients.<sup>35</sup>

Technique: immediately after anesthesiology has performed either subdural, epidural block or general anesthesia, the patient is placed in lateral decubitus, asepsis and antisepsis of the posterior region of the iliac crest is performed, sterile fields are placed and under Fluoroscopic control, Hernigou's section 6 of the posterior superior iliac crest is identified. The trocar (eg, Jamshidi or LeeLok needles) is inserted through a small incision, inserted to 6 cm depth, a heparinized syringe is attached to the trocar (5,000 units of sodium heparin diluted in 5 ml of saline are passed through the syringe before use to prevent the aspirate from clotting). Aliquots of 2 to 4 ml, rotating the needle 45°, once fully rotated the needle is withdrawn 1 to 2 cm and the process is repeated. The needle is repositioned 2 cm from insertion for another round of multiple aspirations. A total of 2 to 5 separate sites within section 1 of the iliac crest is typically performed. The aspirate is used in the raw or concentrated state using a commercial or institutional centrifuge.<sup>27</sup>

#### *Bone marrow aspirate clot*

The use of fibrin clot has shown promising results. *In vitro* MSCs grown on fibrin gels have better proliferative potential and are able to maintain their differential osteogenic lineage potential compared to MSCs grown on plastic dishes, demonstrating that fibrin matrix can maintain stem cell ability to differentiate (stemness). The advantage of the fibrin clot from bone marrow aspirate to that of peripheral blood is that it has a high concentration of growth factors (VEGF, SDF-1 and FGF) and a high potential for osteogenic differentiation and fibroblast proliferation, positioning the clot of bone marrow aspirate as a candidate in regenerative medicine. Physiological aspects of bone marrow clot resemble fracture hematoma, which plays a significant role in bone healing.<sup>36</sup> This bone marrow aspirate clot is placed just after grinding the auto and allograft to be prepared and is mixed with them.

#### *Plasma rich growth factors*

Platelet-rich plasma is a suspension of autologous platelet blood concentrate obtained by centrifugation techniques. Growth factors, which are proteins



released from platelet granules, among which we have transformed growth factor beta1 (TGFβ1), epidermal growth factor (EGF), VEGF, PDGF, FGF and IGF, which have been focused on improving the healing process of damaged tissues. Although a number of preclinical studies have reported favorable results in the use of PRP in acute fracture healing, its use in long bone fractures is mainly limited to delayed union and non-union. It has mainly osteoinductive properties.<sup>9</sup>

Blood extraction is performed prior to the surgical event. The extraction technique will depend on the system to be used (open or closed). From 20 to 40 ml of peripheral venous blood are extracted, it is centrifuged at a certain speed depending on the kit used, for example, the BTI PRFG-Endoret® system, requires centrifuging at 1,800 RPM or 580 g for 8 minutes.<sup>37</sup> PRP is divided into fraction 1 (F1), which corresponds to Platelet-Poor Plasma, which is the most superficial, and fraction 2 (F2), which corresponds to Platelet-Rich Plasma, which is below the Platelet-Poor Plasma and above the leukocytes.<sup>38,39</sup> There are different formulations or combinations of plasma that have growth factors. Formulation type 1 is non-activated, type 2 is activated with 10% non-coagulated calcium chloride, type 3 is activated and coagulated fraction 2, type 4 is activated and coagulated fraction 1, and type 5 is supernatant of fraction 1 and fraction 2. The fraction used in the preparation of the diamond mixture is used both activated and coagulated fraction 1 and 2 together, in addition to the supernatant, that is, type 3, 4 and 5 formulations are combined and are added to all the components of the diamond mix.<sup>38,40</sup>

#### *Take autologous iliac crest graft*

The available right or left anterior superior iliac crest graft is taken, or both, with an incision of approximately 10 cm, dissected by planes until locating the anterior superior iliac crest and approximately 7 × 4 cm are taken depending the size of the crest of each patient. It is recommended to take it from 3 cm towards the distal of the anterior superior iliac spine to avoid an avulsion fracture of the same. The block is taken and the spongy bone is extracted from the graft obtained, crushed with a gouge to a size of approximately 1 to 2 mm.<sup>41</sup>

#### *Induced membrane technique, masquetelet*

The masquetelet induced membrane technique (MIMT) has shown great promise in revolutionizing

the repair of critical-size bone defects and has several advantages over distraction osteogenesis. A spacer cement is used to elicit a foreign body immune reaction, that induce a membrane to contain the autograft, which is placed in the defect by removing the stabilizing spacer.<sup>42</sup> This technique consists of two surgical times. During the first surgery, the injured tissue is removed and the bone is stabilized. The resulting space is filled with polymethyl methacrylate (PMMA). Whether antibiotics are included depends on the surgeon's preference; removing the infection is necessary for success; so the PMMA is supplemented with antibiotics. It is recommended to treat the infection with debridement and internal and/or external fixation. The membrane is the key to success of the technique, without it, grafts larger than 4 to 6 cm will be reabsorbed. The general recommendation is to perform the second surgical stage within 4 to 8 weeks;<sup>42,43</sup> however, this time depends on several circumstances such as the resolution of the infection, resolution of the damaged soft tissue, and transfer to a place with more resources. In the second surgical time, it is observed that the semi-permeable membrane is formed, which protects the graft from resorption and is very similar to the periosteum; however; it is thicker since it goes from 100 to 1,000 um. This membrane is composed of two layers, an innermost cell layer that is in contact with the spacer and the outermost fibrous. There is a third layer that is not always observed, with disorganized fibers. The inner and outer layers have type 1, 2, 3, and 4 collagen, growth factors, and cytokines. The rich vascular endothelial cell network has been observed in the membrane even in the disorganized third layer, similar to the collagen content, the density of vessels decreases with increasing age of the membrane. Initially not in contact with the graft, the proximity of the vessels is sufficient to rapidly invade the membrane compartment once the graft is implanted.<sup>42</sup> This membrane must be carefully and uniformly opened to be able to place the diamond concept mixture and then close the membrane perfectly and without tension to prevent the graft from coming out or being reabsorbed. There is no limit to the size of the defect to perform the technique, this depends on the surgeon's experience and adherence to detail in the two phases of the technique<sup>43</sup>(Figure 4).

The advantages against osteogenesis by distraction or vascularized fibula, are that the patient accepts the treatment more, the reconstruction can be done with a plastic surgeon in the first surgical time, it does not require a vascular surgeon as in the use of

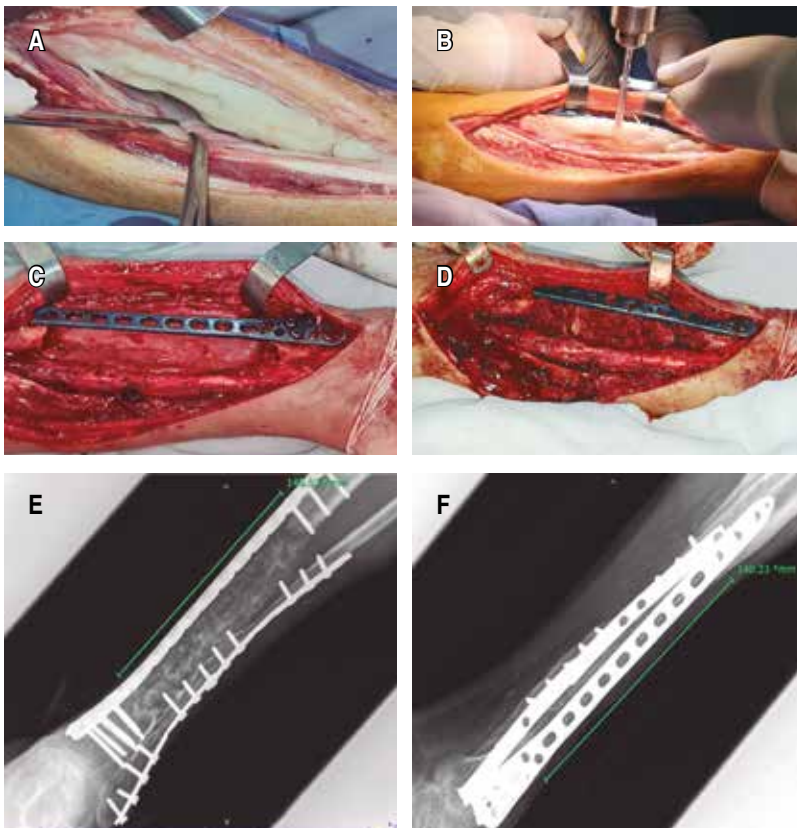


vascularized fibula, there is greater adherence to the treatment, which is an advantage in the elderly and BMP-7 can be added. Complications of up to 49.6% have been reported, superficial infection of 4.9% and deep infection of 4.4%, persistence of infection and non-union of 18%, eradication of osteomyelitis in 91.1%, union and resolution of the defect in 89.7% in a range from 6 to 211 weeks.<sup>44</sup>

There is a classification of failures in the induced membrane technique, which are preventable by inappropriate assessment and failure of surgical tactics, such as septic (inappropriate bone debridement, soft tissue coverage, antibiotic treatment); mechanical (insufficient stability, insufficient filling of the cavity of the induced membrane); biological (failure to integrate the graft related to the use of tobacco, bone substitute, growth factors) and non-preventable failures or alterations in the biological properties of the induced membrane, physiologically it is the alteration of the remodeling of the extracellular matrix (MMP-9 deficiency, or circumstantial such as immunosuppressive therapy, anti-inflammatory drugs and excessive maturation of the induced membrane).<sup>45</sup>

### *Application of intercalary bone segments*

Bone loss is called «Critical Size», when losing 2 to 2.5 the diameter of the bone. There is a Karger classification regarding the length of bone loss and it is divided into type I: < 20 mm; type II: 20-50 mm; type III: 50-100 mm; type IV > 100 mm. We must establish if the limb is salvageable. The application of bone segments has the advantage that it can be performed in one surgical time over the Masquelet or induced membrane technique, since the latter requires two surgical times to be carried out, so that the induced membrane can be formed. However, this use of intercalated bone segments can be combined with the Induced Membrane technique, being able to place the segment in phase II of the Masquelet, after carefully opening the formed membrane, the polymethylmethacrylate is removed and the intercalated segment is placed in the biological chamber, finally the induced membrane is sutured. Dheenadhayalan et al, in a study of 20 patients managed with gamma-irradiated intercalary allografts and autologous cancellous bone grafts in reconstruction of massive bone defects at the distal



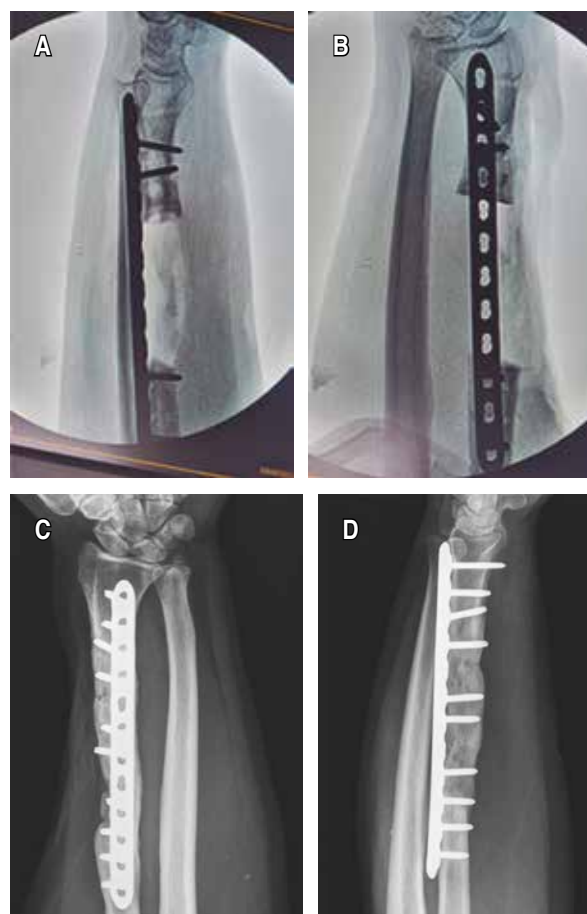
**Figure 4:**

Type IIIA: **A)** Masquelet technique phase I, opening de biological membrane. **B)** removing the polymethylmethacrylate with the drill. **C)** The biological chamber with 14 cm of length. **D)** The diamond blend or composite graft into the biological chamber. **E)** Anteroposterior X-ray of tibia and fibula with 13 months of follow up after the Masquelet technique. **F)** Lateral X-ray of tibia and fibula with 13 months of follow up after the Masquelet technique.

femur level consolidated at six months and at the proximal level at 11 months.<sup>42,46,47</sup> Jamshidi et al, in a meta-analysis and systematic review on how the type of osteosynthesis affects the complication rate in intercalary reconstruction with allograft, noted that with the use of centromedullary nailing, taking into account the location of the lesion in the femur, 65%, in tibia 32.4% and other locations mainly humerus in 2.6%, the percentage of non-union was 37%, fractures in 5%, infection 4%, local recurrences in 2% and with the use of plate, the percentage of non-union was 12%, the number of fractures was 11%, infection 11%, local recurrences 3%, concluding that centromedullary nailing is associated with a higher significant index of non-union and in any case, the index of fracture, infection and non-union is not significant between the plate and the nail fixation, therefore osteosynthesis with a plate should be considered the fixation method of choice for reconstruction of bone defects with intercalary allograft.<sup>48</sup> Errani et al, mention that in intercalary reconstruction after diaphyseal resection of bone tumors in a systematic review, that with allografts, 67 to 92% recover function, reporting non-union from 6 to 43%, fractures from 7 to 45% and infection from 0 to 28%, in terms of the use of allografts plus vascularized fibula, 86 to 94% recover function, with non-union from 0 to 33%, fractures from 0 to 44% and infection from 0 to 17%.<sup>49</sup> When reconstructing a diaphyseal bone loss with an intercalary allograft there must be stable fixation and a perfect union between the graft and the recipient bone to achieve adequate healing.<sup>50</sup>

### Iliac crest in bone loss

In humeral shaft fractures, fixation can be augmented with biologics, including iliac crest graft, demineralized bone matrix, morphogenetic protein, or cancellous bone chip allograft. The use of bone autograft is preferred as it is the gold standard for biologic augmentation in non-union repair. Stevens et al. in the case of non-unions of the humerus, recommend the use of osteosynthesis with 4.5-mm LCP plates or 3.5 or 4.5-mm metaphyseal plates preferably, and can be selected according to the location of the fracture and the size of the humerus and autograft to promote the best healing change, giving absolute stability and creating an adequate biological environment. Using these strategies, humeral non-unions can have a cure rate of up to 98%.<sup>51</sup> In a systematic review, Peters et al,



**Figure 5:** Type IIS: **A)** Lateral X-ray trans-surgical of radius and cubitus with bone loss 7 cm of length and < 3 cm of diameter. **B)** Anteroposterior X-ray trans-surgical of radius and cubitus with bone loss 7 cm of length and < 3 cm of diameter. *Pseudomonas aeruginosa* infected. **C)** Anteroposterior X-ray of radius and cubitus with 24 months of follow up after Masquelet technique. **D)** Lateral X-ray of radius and cubitus with 24 months of follow up after Masquelet technique.

demonstrated a 98% union rate using plate and autograft, including 72 patients with a union time of 5.1 months.<sup>52</sup> Ambriz et al, reported a case of a 7 cm diaphyseal bone loss in the radius infected with *Pseudomonas aeruginosa*. Initially, they performed the Masquelet technique phase 1, filling the bone defect with cement containing gentamicin and vancomycin. After 16 weeks with the infection under control, they proceeded to phase 2 with the induced membrane technique, carrying out bone reconstruction by harvesting and applying two autologous iliac crest blocks, totaling 7 cm, along with a 12-hole 3.5 radius LCP plate and bone marrow

aspirate, applying the diamond concept. They achieved complete consolidation at 10 months of follow-up, and the patient scored 100 points on the modified Mayo wrist functional scale<sup>53</sup> (Figure 5).

The autologous iliac crest graft is the most appropriate since it has all the components of fracture healing, provides mechanical stability, is low cost, and has extensive support in the literature.<sup>54</sup>

### *Suction and irrigation reaming system*

The iliac crest was, for a long period, the first choice for autograft harvesting, however, the reaming aspiration irrigation (RIA) system is becoming an increasingly popular device for harvesting and grafting the femoral canal. They have less donor site pain and large volumes can be harvested, although some problems have been encountered such as limited graft size selection, femoral neck fractures, and infections.<sup>18</sup> It is a novel system that takes the intramedullary reaming graft from the femur or tibial canal and suggests that it has osteoconductive and vascular properties equivalent to autologous iliac crest grafts, with potentially superior osteoinductive and osteogenic properties, being able to take large graft volumes with less morbidity and pain at the injection site.<sup>54</sup>

### *Vancomycin/polymethylmetacrylate*

The addition of antibiotics in Polymethylmethacrylate spacers is controversial. Some reports do not recommend the use of medicated cement because it interferes with osteogenesis and the antibiotic may increase the risk of bacterial resistance in case of inadequate debridement. Some other studies have proposed the local use of antibiotics during the first phase is better to control the infection and repair the bone defect. Some studies mention that the membrane induced could be altered by different antibiotics. Due to the broad antimicrobial and thermostable spectrum, it is common to use Vancomycin in the Masquelet technique. Spacers with low concentrations of vancomycin 1 to 4 grams per cement dose (40 g) do not affect the angiogenic, osteogenic and proliferative capacity of the induced membrane. Some studies report that it can increase cell proliferation and osteoblastic viability. Concentrations above 6 grams per dose of cement can have negative effects on osteoblast viability, angiogenesis and induced membrane proliferation, having cytotoxic effects.<sup>55</sup>

### *Vascularized fibula graft*

The use of vascularized grafts ensures that living cells are capable of inducing bone remodeling, allowing the implanted bone to integrate and consolidate. The vascularized fibula graft (VFG) is extremely effective in managing bone loss due to its high density of cortical bone and vascular supply. The VFG can include skin, fascia, and muscle if soft tissue coverage is required. However, the VFG carries the risk of flap failure, such as stress fractures, non-union, infection, thrombosis in the anastomosed vessel, ankle deformity, and hallux flexion contracture. Feltri et al, conducted a review and meta-analysis including 110 articles covering 2,226 patients. Functional scale from the Musculoskeletal Tumor Society was reported in 31 studies, with an average of 25.6 points, with 30 points being the best. Overall, good results were found, documenting a union rate of 80.1% and a complication rate of 39.4%. The most common complications were fractures (24%), non-unions (10.3%), delayed consolidation (16.4%), infections (11.8%), and vascular thrombosis (5.3%). The donor site accounted for 10.7% of all complications, including hallux flexion contracture (28.2%), paresthesia (15.4%), dropped foot (12.8%), chronic pain (10.9%), valgus ankle deformity (7.6%), cutaneous necrosis (6.4%), neuropathies (6.4%), tendon pathologies (2.6%), ankle instability (2.6%), partial graft loss (2.6%), hematoma (1.9%), incisional hernia (1.3%), wound dehiscence (1.3%). A 24.6% reintervention rate and a 2.8% amputation rate were recorded. In conclusion, good long-term results were documented in both upper and lower limbs; however, the technique is complex and demanding, requiring highly specialized surgery, leading to a high number of complications on average. This should be considered when choosing the most appropriate approach for managing long bone defects.<sup>56</sup> VFG surgery is demanding, and defects smaller than 4 cm can be adequately treated using standard fixation methods with autograft or allograft.<sup>57</sup> Structural grafts are associated with a high risk of complications such as fracture, infection, and non-union due to their avascular nature.<sup>58</sup> Therefore, VFG may be a valid option for these complex cases.<sup>56</sup> Capanna's technique, developed in 1980, combines the massive bone allograft technique with contralateral free intramedullary VFG to provide greater stability and allow for early loading.<sup>59</sup>

In this review, 74.1% of the studies used free VFG for treating tibial defects, while 25.9% used

pedicled VFG. Primary consolidation rates were 87.6% in the pedicled group and 79.3% in the free VFG group, complication rates were 47.8% in the pedicled group and 43.1% in the free VFG group, and reintervention percentages were 20.5% and 20.8%, respectively. VFG has proven to be a viable option for salvaging limbs with bone defects, especially for defects larger than 4 cm, although it has a high complication rate. Due to this, significant efforts have been made in recent years to find alternatives in the field of grafts, particularly the use of scaffolds with or without augmentation strategies capable of receiving bone for regeneration while avoiding complications related to the donor site and the difficulty in performing anastomosis, such as the risk of avascular necrosis. This, or other techniques, may represent an alternative to VFG treatment in the management of bone defects.<sup>56</sup>

### *Bone transport*

Bone transport, which induces osteogenesis through distraction, has been one of the most widely used techniques for bone regeneration for several years. Within Feltri's et al, meta-analysis on bone transport comprising 25 studies involving a total of 676 patients with an average age of 35.4 years, the primary union rate was 91%, with an average external fixation time of 8.9 months. However, there was a 62% complication rate, a 19% reintervention rate, and an 8% failure rate. The disadvantages of bone transport are its duration over several months, requiring strict patient adherence to complete, and a high risk of complications. From this meta-analysis, it's evident that there's a primary union rate of 91 but a 62% complication rate, the majority of which were due to infections, particularly around the pin tract, mostly resolving without surgical treatment. Other significant issues include restricted joint mobility, limb length discrepancy, and deformity.<sup>60</sup>

Tong et al, conducted a comparative study on the effectiveness of the Masquelet technique versus Ilizarov bone transport in treating post-traumatic osteomyelitis-related bone defects in lower limbs. In their retrospective study of 39 patients, they concluded that both techniques yield satisfactory results. The Masquelet technique shows better functional outcomes, especially in femoral cases, while Ilizarov bone transport is preferred for limb deformities. The Masquelet technique is a better option for periarticular bone defects.<sup>61</sup>

Ren et al, concluded in a meta-analysis covering 13 articles from 2017 to 2020, totaling 711 cases of Masquelet technique and Ilizarov bone transport for infected lower limb bone defects, that the Masquelet technique has significant advantages. These include lower hospitalization costs, shorter consolidation time, early full weight-bearing, lower complication rates, and better postoperative quality of life compared to Ilizarov bone transport.<sup>62</sup>

Despite the global acceptance of bone transport, some patients cannot tolerate the lengthy treatment and associated complications, such as pain during stimulation, pin site infections, nail breakage, readmissions, and reoperations. This leads to social implications for months or years, bone consolidation failure, non-union, alignment loss, increased clinic visits, and higher exposure to radiation. Patients need to be informed about clothing limitations, the inability to sleep with family, impact on their sexual life, difficulties in narrow spaces, the daily commitment of using the distraction device, frequent pin site care, regular antibiotic use, and stiffness. It's been reported that defects of up to 25 cm fully consolidate within 12 months using the Masquelet technique, whereas bone transport would require at least double that time at a rate of 1 cm per month. Giannoudis, suggests that the Masquelet technique and bone transport are not in competition but rather complementary. Surgeons may have excellent skills in one technique, naturally favoring it for their patients.<sup>63</sup>

Thakeb et al, conducted a prospective, randomized, controlled study involving 30 patients with infected non-unions in lower limb fractures, dividing them into two groups: one treated with bone transport and the other with bone transport plus the Masquelet technique. They demonstrated that the latter led to significantly faster consolidation, lower postoperative complication rates including non-union and recurrent infection, and fewer additional procedures despite the two surgical phases compared to bone transport alone.<sup>64</sup>

### *Diamond mix preparation steps*

Based mainly on the diamond concept of Giannoudis et al:<sup>1-5,9</sup>

1. Crush the cancellous bone of the iliac crest until obtaining a size of each of the fragments, ideally up to 2 mm<sup>3</sup> in size.<sup>65</sup>
2. Separate the cortical bone and if we are going to use it as a graft, keep it as large as possible,



as sometimes it helps us to place it as a cortical wall, both as a graft and as a containment of the diamond mixture that we are going to place in our bone loss.<sup>41</sup>

3. The volume of autologous cancellous bone obtained from the iliac crest is observed. Immediately we place allograft chips, ensuring that we have 70% autologous graft volume and 30% allograft, taking into account that these chips are also crushed so that they have a size not larger than 2 mm<sup>3</sup>.<sup>43,65</sup>
4. The bone marrow aspirate previously obtained at the start of surgery is left in 5 or 6 10 ml syringes. each; No anticoagulant is given, they are left to rest so they coagulate. This clot from the bone marrow aspirate contains fibrin, growth factors, and extracellular matrix proteins, as well as mesenchymal cells.<sup>27,36</sup>
5. Platelet-rich plasma is prepared and fraction, 1 and 2 activated together are obtained and allowed to coagulate, that is, formulations 3 and 4 and finally the supernatant are added to all the components of the diamond mixture.<sup>37,38,40</sup>
6. 10 ml of bone marrow aspirate concentrate is processed and obtained, depending on the commercial centrifuge to be used.<sup>27</sup>
7. Having crushed the autograft and allograft chips of a size no larger than 2 mm<sup>3</sup>, 10 to 20 cm<sup>3</sup> demineralized bone matrix, activated platelet-rich plasma, bone marrow concentrate and finally the bone marrow aspirate is applied in the form of coagulum, applying it in the form of «ketchup sauce» and mixing with all the orthobiological elements, achieving a greater volume of the diamond mixture to be applied.<sup>1-5,9,27,36</sup>
8. Diamond mix can be used in the following treatment options depending on the amount of bone loss and previous complications the patient has had:
  - a. The composite diamond mixture is wrapped with a collagen membrane (gelfoam pfizer) to be used in bone losses of less than 3 cm in a surgical time, as a means of containing the mixture and cell scaffolding.<sup>19,20,22-24,26</sup>
  - b. Iliac crest block plus diamond mix: the iliac crest block is placed, depending on the bone loss and the amount of crest that we obtain in a block, usually they are losses not greater than 7 cm and due to the size they have been used in humerus, radius and ulna; plus ground diamond mix at the ends of the iliac crest block junction with implantation site.<sup>1,2,9,41,51,52,66-70</sup>
  - c. Masquelet or induced membrane technique: in infected and non-infected bone losses, in losses greater than 3 cm, polymethylmethacrylate is used with or without antibiotic (gentamicin) and additionally 1 to 4 grams of powdered vancomycin per dose of cement, this is placed in both the polymethylmethacrylate and the soft tissues after surgical debridement.<sup>42-44,55,67-70</sup>
  - d. Allograft of diaphyseal segments: in infected and non-infected bone losses, in losses greater than 3 cm, it can be combined with the first stage of the Masquelet technique, using the same way polymethylmethacrylate without or with antibiotic (gentamicin) plus 1 to 4 grams of powdered vancomycin per dose of cement, both in methyl methacrylate and in the soft tissues after surgical debridement, plus placement of the diamond mixture with collagen membrane (Pfizer gelfoam) at its ends as containment and scaffolding. The use of diaphyseal segment allograft will depend on previous surgeries, whether or not the patient has an available iliac crest, the patient's age, diet, and vitamin D determination.<sup>1-5,9,46-48,50,55</sup>
  - e. Vascularized fibula grafting for infected or non-infected bone losses of up to 3 cm, can also be combined with the first phase of the Masquelet technique, using polymethylmethacrylate with or without antibiotics (gentamicin) plus 1 to 4 grams of vancomycin and application of a diamond concept mixture with collagen membrane (Pfizer Gelfoam).<sup>56-59</sup>
  - f. Ilizarov bone transport for infected or non-infected bone losses greater than 7 cm, which can be combined with the first phase of the Masquelet technique.<sup>60-64</sup>

## Material and methods

In October 2022, during the XXXII Mexican Congress of Orthopedics and Traumatology, efforts were initiated to create a proposal for the classification and algorithm in the management of bone losses. A consensus methodology was employed using a focal group comprising the authors of this article, all



orthopedic and trauma medical specialists. The main author, as the moderator and proposer of the topic based on scientific literature, proposed the creation and characteristics of the classification and algorithm. The following proposal with conclusions obtained from the consensus was derived.

### ***Proposal for classification and algorithm in the management of bone loss***

A bone loss is an increasingly frequent challenge that we orthopedists face, so we have developed a simple classification and algorithm which will serve us in the treatment of the management of massive bone loss, whether infected or not. Velázquez-Moreno and Casiano-Guerrero, publish non-union treatment algorithm where they describe a therapeutic guide for diaphyseal non-union, which divides it into aseptic and septic and accordingly, if treatment is required to eradicate infection by debridement and scarification, take into account if there is bone contact, being atrophic or hypertrophic, both are treated with a locked nail, and only if it corresponds to atrophic, autologous or bank bone graft is applied. If the bone loss is less than 3 cm, it is treated with the placement of a locked nail plus a non-transferable external fixator, plus an autologous cancellous bone graft or a bone bank graft. If the loss exceeds 3 cm, it is treated through bone transportation, and in bone loss plus bone shortening, lengthening plus bone transportation can be used.<sup>71</sup> Ferreira et al, describe the management of tibial non-unions according to a new treatment algorithm, in case of chronic osteomyelitis with protocolized management and taking into account if there is no bone loss or defect if it is rigid hypertrophic the treatment with a circular fixator plus closed distraction and if there is a deformity, correction of the deformity, if it is mobile oligotrophic or atrophic, alignment, stabilization with circular fixator and bone graft, if it is mobile hypertrophic (pseudoarthrosis), resection of the same plus bone transport with fixator circular, in the case of bone defect, shortening of the limb with or without lengthening with circular fixator or bone transport with circular fixator.<sup>72</sup> Grunert et al, base their treatment on algorithms based on imaging diagnostics, both radiological and nuclear medicine, using contrasted dynamic magnetic resonance and an optimal therapeutic approach based on the widely known «diamond concept». However, regarding the size of the bone defect, they take into account less

than 2 centimeters, perform spongy aplasty and greater than 2 centimeters, perform the Masquelet technique, segments-transport, or shortening, depending on each case to be treated.<sup>73</sup>

Currently, according to the algorithms available in the literature, Velázquez et al., although they take into account, performing debridement plus scarification, the size of the bone loss and the implant to be placed, centromedullary nailing only or more external fixators, transportation with or without bone lengthening, in terms of biology, they only mention placing autologous or bank bone graft. On the other hand, Ferreira et al, took into account the use of a circular fixator plus distraction, shortening with or without lengthening, bone transport and biologically only the bone graft. Grunert et al, although they carry out a therapeutic approach in the «diamond concept», they are based on radiological and nuclear medicine diagnostic imaging, using dynamic contrasted magnetic resonance, without establishing an order of therapeutic options (Masquelet technique, segments-transport and shortening) in losses greater than 2 centimeters.

Although these management algorithms take into account bone graft, autologous, and allograft, in general, it is necessary to specify in detail in an orderly manner, according to the size of the bone loss, the use of the orthobiological mixture based on the diamond concept, absorbable gelatin, the use of autologous tricortical iliac crest block, the induced membrane technique and the placement of allograft in the intercalary segment. The foregoing seems fundamentally useful to us, since on the one hand, currently the diamond concept has become indispensable for its use to optimize the biological environment and, on the other hand, the order of application of the best techniques available in the literature, according to the loss whether infected or not, according to the amount in centimeters of absence of bone we have, since the more bone loss, the less chance of success.

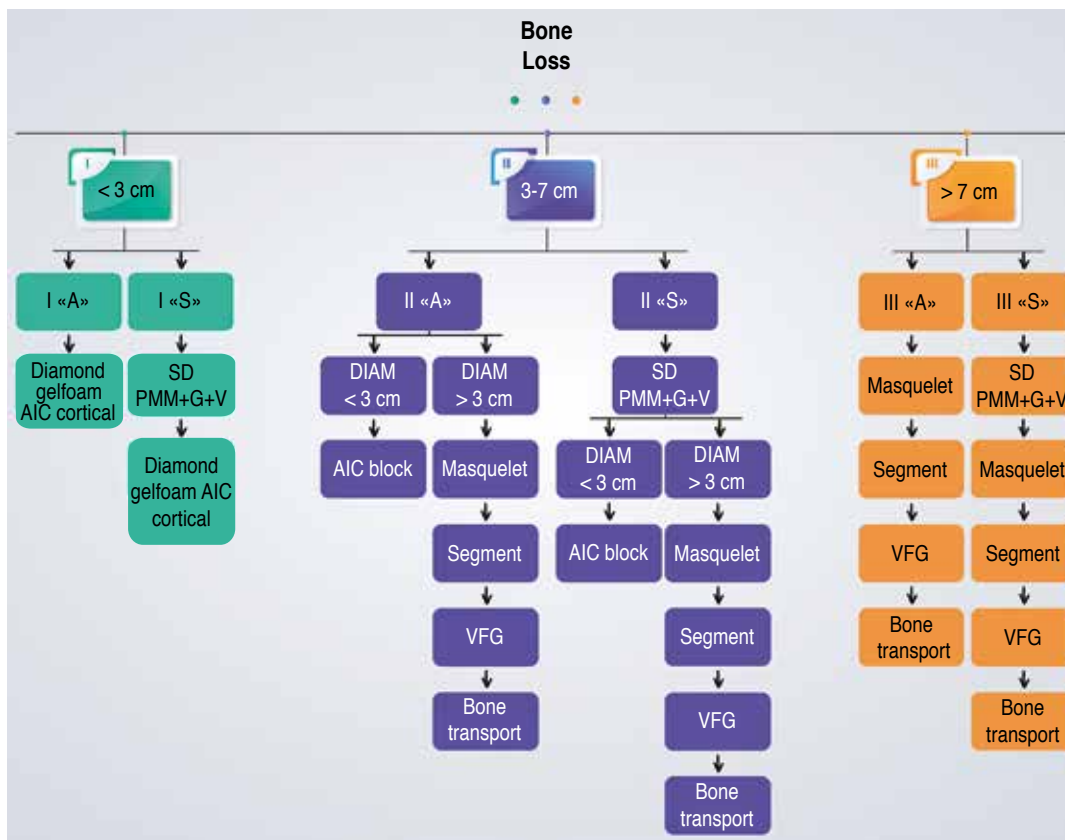
Therefore, it is essential to optimize the best biological, mechanical and surgical techniques described in the literature, taking into account first the surgical debridement and scarification. In terms of the application of the order of the different techniques and orthobiological options available, in first place the autograft with diamond orthobiological mixture, secondly, the induced membrane technique with diamond orthobiological mixture and thirdly, the use of allografts in intercalated segments. This

is more likely to eradicate a bone infection if there is one, achieve bone consolidation and finally bone rescue, if possible, a complete functional integration of the patient, this being the final objective of the treatment.

The classification that we are proposing is based on the centimeters of bone loss and whether or not it is infected, and then establish a treatment guide according to the main orthobiological elements that we have within reach, such as bone marrow aspirate, bone marrow concentrate, bone marrow aspirate clot, platelet-rich plasma, demineralized bone matrix, autologous graft such as the iliac crest, bone allograft in chips or diaphyseal or complete segments, morphogenetic protein, as well as surgical techniques that can help us to

achieve bone consolidation such as the preparation of the Giannoudis diamond mixture, use of absorbable gelatin, placement of an autologous block of the iliac crest, the induced membrane technique and the placement of bone grafts in diaphyseal or metaphysodiaphyseal intercalated segments, according to the experience in our osteoarticular rescue module of the orthopedics service of the General Hospital Dr. Miguel Silva and at the Memorial Hospital in Morelia, Mexico. There are other techniques that can be used if the aforementioned techniques have failed or depending on the case and surgeon's experience, such as the use and placement of vascularized fibula grafts and the Ilizarov bone transport (Figure 6).

The classification is based on:



**Figure 6:** Classification and algorithm proposal for the orthobiological management of bone loss.

I = type I. II = type II. III = type III. Type I = bone loss less than 3 centimeters. Type II = bone loss of 3 to 7 centimeters. Type III = bone loss greater than 7 centimeters. «A» = aseptic or not infected. «S» = septic or infected. DIAMOND = diamond blend based on autologous iliac crest cancellous chips, allograft cancellous chips, platelet-rich plasma, bone marrow aspirate, bone marrow aspirate concentrate and demineralized bone matrix. GELFOAM = absorbable collagen sponge. AIC CORTICAL = autologous iliac crest cortex. SD = surgical debridement. PMM+G+V = polymethylmethacrylate plus gentamicin plus vancomycin. DIAM = diameter. AIC BLOCK = autologous iliac crest block. MASQUELET = induced membrane or Masquelet technique. SEGMENT = intercalary allograft segment. VFG = vascularized fibular graft. BONE TRANSPORT = bone transport Ilizarov.

1. Bone loss according to its size in centimeters:

Type I: less than 3 cm, type II: of 3 to 7 cm, type III: more than 7 cm.

1. Whether it is infected or not:
2. «A» if it is aseptic and «S» if it is septic.

It is worth mentioning that strict debridement and scarification are always required as the first step in any procedure that we will mention below until healthy bleeding tissue is achieved, that is, a sign of paprika is present.<sup>23</sup>

Loss less than 3 cm:

I «A»: bone loss of less than 3 cm without infection:

- a. The orthobiological mixture is applied under the diamond concept in bone loss wrapped in absorbable collagen sponge (Gelfoam) and sometimes, according to the case, autologous iliac crest cortices can be placed as walls in the loss, all being wrapped by absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- b. Autologous iliac crest block and in the joints between the graft and the recipient bone, the application of orthobiological mixture under the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- c. Induced membrane with or without central absorbable collagen sponge and/or the periphery of the orthobiological mixture under the diamond concept.

I «S»: infected bone loss less than 3 cm:

- a. Masquelet Phase I: polymethylmethacrylate with gentamicin is placed and 1 to 4 grams of vancomycin per dose of cement is added in both polymethylmethacrylate, bone, and soft tissues of the surgical approach, this is maintained for 3 to 4 months until there are no data both clinical and C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate and leukocytes at normal levels (acute phase reactants).
- b. In a second surgical stage, the diamond mixture plus absorbable collagen sponge (Gelfoam) is placed in the periphery with or without autologous iliac crest cortical walls.

II «A»: bone loss of 3 to 7 cm without infection:

- a. With a bone diameter of less than 3 cm: placement of an autologous iliac crest block and in the

joints between the graft and the recipient bone, the application of orthobiological mixture under the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).

- b. With a bone diameter greater than 3 cm: induced membrane technique with or without central absorbable collagen sponge and/or the periphery of the mixture under the diamond concept.
- c. With a bone diameter greater than 3 cm: placement of the allograft in the intercalary segment and in the joints between the graft and the recipient bone, the application of an orthobiological mixture under the concept of diamond plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- d. For bone diameter greater than 3 cm: placement of vascularized fibula and at the graft-to-receiver bone junctions, application of an orthobiological mixture using the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- e. For bone diameter greater than 3 cm: Ilizarov bone transport.

II «S»: bone loss of 3 to 7 cm infected:

- a. Masquelet phase I: polymethylmethacrylate with gentamicin is placed and 1 to 4 grams of vancomycin per dose of cement is added in both polymethylmethacrylate, bone, and soft tissues of the surgical approach, this is maintained for 3 to 4 months until there are no data both clinical and C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate and leukocytes at normal levels (acute phase reactants).

In a second time:

- a. With a bone diameter of less than 3 cm: placement of an autologous iliac crest block and in the joints between the graft and the recipient bone, the application of a mixture plus absorbable collagen sponge.
- b. Phase II Masquelet induced membrane technique with or without central absorbable collagen sponge and/or on the periphery of the mixture.
- c. With a bone diameter greater than 3 cm: placement of the allograft in the intercalary segment, and in the joints between the graft and the recipient bone, the application of a mixture plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- d. For bone diameter greater than 3 cm: placement of vascularized fibula and at the graft-to-receiver

bone junctions, application of an orthobiological mixture using the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).

- e. For bone diameter greater than 3 cm: Ilizarov bone transport.

III «A»: bone loss greater than 7 cm without infection:

- a. Membrane technique induced with or without central and/or periphery absorbable collagen sponge of the orthobiological mixture under the diamond concept (Figure 7).
- b. Placement of allograft in the intercalary segment and in the junctions between the graft and the recipient bone, the application of an orthobiological mixture under the concept of diamond plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- c. Placement of vascularized fibula and at the graft-to-receiver bone junctions, application of an orthobiological mixture using the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- d. Ilizarov bone transport.

III «S»: bone loss greater than 7 cm infected:

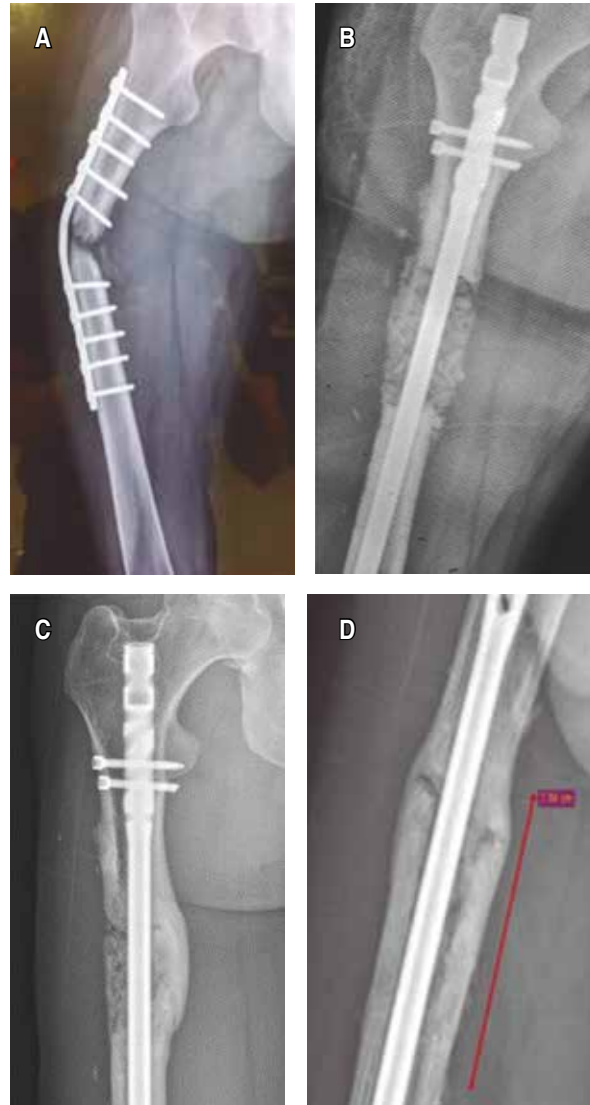
- a. Masquelet phase I: polymethylmethacrylate with gentamicin is placed and 1 to 4 grams of vancomycin per dose of cement is added in both polymethylmethacrylate, bone, and soft tissues of the surgical approach, this is maintained for 3 to 4 months until there are no data both clinical and C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate and leukocytes at normal levels (acute phase reactants).

In a second time:

- a. Induced membrane technique with or without central and/or peripheral absorbable collagen gelatin (Gelfoam) of the orthobiological mixture under the diamond concept.
- b. Placement of the allograft in the intercalary segment and in the joints between the graft and the recipient bone, the application of an orthobiological mixture under the concept of diamond plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- c. Placement of vascularized fibula and at the graft-to-receiver bone junctions, application of an orthobiological mixture using the diamond concept plus absorbable collagen sponge (Gelfoam).
- d. Ilizarov bone transport.

## Conclusions

We can avoid complications such as non-union in fractures with initial bone loss by anticipating the problem and applying the diamond concept from the beginning, giving it the essential biological contribution for bone healing. Septic or aseptic bone loss affects both the physical and mental health of patients. Many



**Figure 7:** Type IIIA: **A)** Anteroposterior X-ray of femur shows bent plate with no union in proximal femur. **B)** Anteroposterior X-ray of femur with bone loss of 7.5 cm and with the composite graft and the universal femoral nail (Masquelet technique phase II). **C)** Anteroposterior X-ray of femur with 18 months of follow up after the Masquelet technique. **D)** Lateral X-ray of femur with 18 months of follow up after the Masquelet technique.



of these patients have undergone several previous surgeries and come to us to help them. Therefore, by having order through a treatment algorithm, based on the best scientific evidence available, such as the diamond concept, we are giving the importance to biology and to the mechanical stability, preventing complications by using orthobiologics if possible since the initial surgery on the patient based on the diamond concept using iliac crest autograft plus allograft chips, demineralized bone matrix, bone marrow aspirate, bone marrow concentrate, and platelet-rich plasma.

We have embodied these elements and techniques in the present proposal of a therapeutic algorithm for bone loss according to the quantity and whether they are infected or not, since based on this, we will have greater or lesser probabilities of achieving bone regeneration and expected functionality. The smaller the loss, the non-infected condition, and the more we can use orthobiological elements that together, based on the diamond concept, generate osteoinductive, osteoprogenitor and osteoconductive properties, the greater the chances of success. However, each time the complications and bone losses are greater, which is why we have to use all the elements and techniques that we have at our disposal and use them in order, optimizing these resources that we have depending on the size of the loss and if it is infected or not. When faced with bone loss, whether acute or chronic, in order to achieve bone salvage, given the scientific evidence, the current orthopedist has to optimize both the biological and mechanical environment, thus avoiding complications or solving them if they are already established.

## References

1. Calori GM, Giannoudis PV. Enhancement of fracture healing with the diamond concept: the role of the biological chamber. *Injury*. 2011; 42 (11): 1191-1193. doi: 10.1016/j.injury.2011.04.016.
2. Giannoudis PV, Einhorn TA, Marsh D. Fracture healing: the diamond concept. *Injury*. 2007; 38 Suppl 4: S3-6. doi: 10.1016/s0020-1383(08)70003-2.
3. Agnes CJ, Karoichan A, Tabrizian M. The diamond concept enigma: recent trends of its implementation in cross-linked chitosan-based scaffolds for bone tissue engineering. *ACS Appl Bio Mater*. 2023; 6 (7): 2515-2545. doi: 10.1021/acsbm.3c00108.
4. Andrzejewski P, Giannoudis PV. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol*. 2019; 20 (1): 21. doi: 10.1186/s10195-019-0528-0.
5. Rodham PL, Giannoudis PV, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Biological aspects to enhance fracture healing. *EFORT Open Rev*. 2023; 8 (5): 264-282. doi: 10.1530/EOR-23-0047.
6. Giannoudis PV, Einhorn TA, Marsh D. Fracture healing: a harmony of optimal biology and optimal fixation? *Injury*. 2007; 38 Suppl 4: S1-2. doi: 10.1016/s0020-1383(08)70002-0.
7. Giannoudis PV, Kontakis G. Treatment of long bone aseptic non-unions: monotherapy or polytherapy? *Injury*. 2009; 40 (10): 1021-1022. doi: 10.1016/j.injury.2009.07.064.
8. Giannoudis PV, Gudipati S, Harwood P, Kanakaris NK. Long bone non-unions treated with the diamond concept: a case series of 64 patients. *Injury*. 2015; 46 Suppl 8: S48-54. doi: 10.1016/S0020-1383(15)30055-3.
9. Marongiu G, Dolci A, Verona M, Capone A. The biology and treatment of acute long-bones diaphyseal fractures: overview of the current options for bone healing enhancement. *Bone Rep*. 2020; 12: 100249. doi: 10.1016/j.bonr.2020.100249. Erratum in: *Bone Rep*. 2021;14:101085.
10. Marongiu G, Contini A, Cozzi Lepri A, Donadu M, Verona M, Capone A. The treatment of acute diaphyseal long-bones fractures with orthobiologics and pharmacological interventions for bone healing enhancement: a systematic review of clinical evidence. *Bioengineering (Basel)*. 2020; 7 (1): 22. doi: 10.3390/bioengineering7010022.
11. Jamal MS, Hurley ET, Asad H, Asad A, Taneja T. The role of Platelet Rich Plasma and other orthobiologics in bone healing and fracture management: a systematic review. *J Clin Orthop Trauma*. 2022; 25: 101759. doi: 10.1016/j.jcot.2021.101759.
12. Blanton CM, Clougherty CO. The role of bone marrow aspirate in osseous and soft tissue pathology. *Clin Podiatr Med Surg*. 2021; 38 (1): 1-16. doi: 10.1016/j.cpm.2020.08.001.
13. Calcei JG, Rodeo SA. Orthobiologics for bone healing. *Clin Sports Med*. 2019; 38 (1): 79-95. doi: 10.1016/j.csm.2018.08.005.
14. Hernigou P, Poignard A, Beaujean F, Rouard H. Percutaneous autologous bone-marrow grafting for nonunions. Influence of the number and concentration of progenitor cells. *J Bone Joint Surg Am*. 2005; 87 (7): 1430-1437. doi: 10.2106/JBJS.D.02215.
15. Desai P, Hasan SM, Zambrana L, Hegde V, Saleh A, Cohn MR, Lane JM. Bone mesenchymal stem cells with growth factors successfully treat nonunions and delayed unions. *HSS J*. 2015; 11 (2): 104-111. doi: 10.1007/s11420-015-9432-1.
16. Benshabat D, Factor S, Maman E, Khoury A, Krespi R, Ashkenazi I, et al. Addition of bone marrow aspirate concentrate resulted in high rate of healing and good functional outcomes in the treatment of clavicle fracture nonunion: a retrospective case series. *J Clin Med*. 2021; 10 (20): 4749. doi: 10.3390/jcm10204749.
17. Imam MA, Holton J, Ernstbrunner L, Pepke W, Grubhofer F, Narvani A, et al. A systematic review of the clinical applications and complications of bone marrow aspirate concentrate in management of bone defects and nonunions. *Int Orthop*. 2017; 41 (11): 2213-2220. doi: 10.1007/s00264-017-3597-9.
18. Schmal H, Brix M, Bue M, Ekman A, Ferreira N, Gottlieb H, et al. Danish orthopaedic trauma society. nonunion - consensus from the 4th annual meeting of the danish orthopaedic trauma society. *EFORT Open Rev*. 2020; 5 (1): 46-57. doi: 10.1302/2058-5241.5.190037.
19. Wang CY, Kuo ZK, Hsieh MK, Ke LY, Chen CC, Cheng CM, et al. Cell migration of preosteoblast cells on a clinical gelatin sponge for 3D bone tissue engineering. *Biomed Mater*. 2019; 15 (1): 015005. doi: 10.1088/1748-605X/ab4fb5.
20. Qin D, Wang N, You XG, Zhang AD, Chen XG, Liu Y. Collagen-based biocomposites inspired by bone hierarchical structures for advanced bone regeneration: ongoing research and perspectives. *Biomater Sci*. 2022; 10 (2): 318-353. doi: 10.1039/d1bm01294k.



21. Elango J, Robinson J, Zhang J, Bao B, Ma N, de Val JEMS, et al. Collagen peptide upregulates osteoblastogenesis from bone marrow mesenchymal stem cells through MAPK-Runx2. *Cells*. 2019; 8 (5): 446. doi: 10.3390/cells8050446.
22. Geahchan S, Baharlouei P, Rahman A. Marine collagen: a promising biomaterial for wound healing, skin anti-aging, and bone regeneration. *Mar Drugs*. 2022; 20 (1): 61. doi: 10.3390/md20010061.
23. Sneha K, Sowjanya K, Vaishnavi V, Chandra RV. Comparative evaluation of efficacy between recombinant human bone morphogenetic protein-2 impregnated with absorbable sponge and platelet-rich fibrin in the treatment of grade ii furcation defects: a randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent*. 2021; 12 (4): 419-425. doi: 10.4103/ccd.ccd\_828\_20.
24. Cho JW, Kim J, Cho WT, Kim JK, Song JH, Kim HJ, Masquelet AC, Oh JK. Circumferential bone grafting around an absorbable gelatin sponge core reduced the amount of grafted bone in the induced membrane technique for critical-size defects of long bones. *Injury*. 2017; 48 (10): 2292-2305. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.012.
25. Finn MD, Schow SR, Schneiderman ED. Osseous regeneration in the presence of four common hemostatic agents. *J Oral Maxillofac Surg*. 1992; 50 (6): 608-612. doi: 10.1016/0278-2391(92)90443-4.
26. Giles MÓI, Sánchez AR, Reyes PR, Barriga MMA, Silva MJA, Gutiérrez-Mendoza I, et al. Empleo de esponjas de gelatina "Gelfoam" como andamio en combinación con autoinjerto para el tratamiento de pseudoartrosis. Reporte de casos. *Ortho-tips*. 2022; 18 (4): 331-336. doi: 10.35366/108284.
27. Schottel PC, Warner SJ. Role of bone marrow aspirate in orthopedic trauma. *Orthop Clin North Am*. 2017; 48 (3): 311-321. doi: 10.1016/j.oct.2017.03.005.
28. Pierini M, Di Bella C, Dozza B, Frisoni T, Martella E, Bellotti C, et al. The posterior iliac crest outperforms the anterior iliac crest when obtaining mesenchymal stem cells from bone marrow. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95 (12): 1101-1107. doi: 10.2106/JBJS.L.00429.
29. Hyer CF, Berlet GC, Bussewitz BW, Hankins T, Ziegler HL, Philbin TM. Quantitative assessment of the yield of osteoblastic connective tissue progenitors in bone marrow aspirate from the iliac crest, tibia, and calcaneus. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95 (14): 1312-1316. doi: 10.2106/JBJS.L.01529.
30. Hernigou J, Alves A, Homma Y, Guissou I, Hernigou P. Anatomy of the ilium for bone marrow aspiration: map of sectors and implication for safe trocar placement. *Int Orthop*. 2014; 38 (12): 2585-2590. doi: 10.1007/s00264-014-2353-7.
31. Hernigou P, Homma Y, Flouzat Lachaniette CH, Poignard A, Allain J, Chevallier N, et al. Benefits of small volume and small syringe for bone marrow aspirations of mesenchymal stem cells. *Int Orthop*. 2013; 37 (11): 2279-2287. doi: 10.1007/s00264-013-2017-z.
32. Muschler GF, Boehm C, Easley K. Aspiration to obtain osteoblast progenitor cells from human bone marrow: the influence of aspiration volume. *J Bone Joint Surg Am*. 1997; 79 (11): 1699-1709. doi: 10.2106/00004623-199711000-00012. Erratum in: *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80 (2): 302.
33. Hernigou P, Desroches A, Queinnec S, Flouzat Lachaniette CH, Poignard A, Allain J, et al. Morbidity of graft harvesting versus bone marrow aspiration in cell regenerative therapy. *Int Orthop*. 2014; 38 (9): 1855-1860. doi: 10.1007/s00264-014-2318-x.
34. Bain BJ. Bone marrow biopsy morbidity and mortality. *Br J Haematol*. 2003; 121 (6): 949-951. doi: 10.1046/j.1365-2141.2003.04329.x.
35. Hernigou P, Homma Y, Flouzat-Lachaniette CH, Poignard A, Chevallier N, Rouard H. Cancer risk is not increased in patients treated for orthopaedic diseases with autologous bone marrow cell concentrate. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95 (24): 2215-2221. doi: 10.2106/JBJS.M.00261.
36. Santos DLJF, Furtado da Fonseca L, Mosaner T, Tieppo CE, Marques AGO, Ribeiro LL, et al. Bone marrow aspirate clot: a feasible orthobiologic. *J Clin Orthop Trauma*. 2020; 11 (Suppl 5): S789-S794. doi: 10.1016/j.jcot.2020.07.003.
37. Anita E. Sánchez M. A new biological approach to orthopaedic surgery and sports medicine. Spain: Team Work Media, 2013. pp. 55-71, pp. 74-86
38. Li H, Hicks JJ, Wang L, Oyster N, Philippon MJ, Hurwitz S, et al. Customized platelet-rich plasma with transforming growth factor  $\beta$ 1 neutralization antibody to reduce fibrosis in skeletal muscle. *Biomaterials*. 2016; 87: 147-156.
39. Miroshnychenko O, Chang WT, Dragoo JL. The use of platelet-rich and platelet-poor plasma to enhance differentiation of skeletal myoblasts: implications for the use of autologous blood products for muscle regeneration. *Am J Sports Med*. 2017; 45 (4): 945-953.
40. Sánchez AR, Izquierdo MJF, Gutiérrez-Mendoza I, Rodríguez BÁ, Carrillo GJL, García BM, Cugat BR. Plasma rico en factores de crecimiento (PRGF) en la ortopedia, un camino hacia la ortobiología en México. *Ortho-Tips*. 2021; 17 (4): 222-236. doi:10.35366/102221.
41. Ebraheim NA, Elgafy H, Xu R. Bone-graft harvesting from iliac and fibular donor sites: techniques and complications. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001; 9 (3): 210-218. doi: 10.5435/00124635-200105000-00007.
42. Alford AI, Nicolaou D, Hake M, McBride-Gagyi S. Masquelet's induced membrane technique: Review of current concepts and future directions. *J Orthop Res*. 2021; 39 (4): 707-718. doi: 10.1002/jor.24978.
43. Masquelet A, Kanakaris NK, Obert L, Stafford P, Giannoudis PV. Bone repair using the masquelet technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2019; 101 (11): 1024-1036. doi: 10.2106/JBJS.18.00842.
44. Morelli I, Drago L, George DA, Gallazzi E, Scarponi S, Romanò CL. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2016; 47 Suppl 6: S68-S76. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
45. Mathieu L, Durand M, Collombet JM, de Rousiers A, de l'Escalopier N, Masquelet AC. Induced membrane technique: a critical literature analysis and proposal for a failure classification scheme. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021; 47 (5): 1373-1380. doi: 10.1007/s00068-020-01540-9.
46. Lobato SMB, Sánchez AR, Barriga MMA, Silva MJA, Gutiérrez-Mendoza I, Rodríguez BÁ, et al. Uso de ortobiológicos y aloinjerto en el tratamiento de pseudoartrosis con pérdida ósea diafisaria femoral. *Orthotips*. 2022; (1): 80-85. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.35366/103737>
47. Dheenadhayalan J, Devendra A, Velmurugesan P, Shanmukha Babu T, Ramesh P, Zackariya M, et al. Reconstruction of massive segmental distal femoral metaphyseal bone defects after open injury: a study of 20 patients managed with intercalary gamma-irradiated structural allografts and autologous cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am*. 2022; 104 (2): 172-180. doi: 10.2106/JBJS.21.00065.
48. Jamshidi K, Bahardoust M, Karimi Behnagh A, Bagherifard A, Mirzaei A. How the choice of osteosynthesis affects the complication rate of intercalary allograft reconstruction? a systematic review and meta-analysis. *Indian J Orthop*. 2021; 56 (4): 547-558. doi: 10.1007/s43465-021-00563-7.

49. Errani C, Ceruso M, Donati DM, Manfrini M. Microsurgical reconstruction with vascularized fibula and massive bone allograft for bone tumors. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019; 29 (2): 307-311. doi: 10.1007/s00590-018-2360-2.
50. Liu Q, He H, Duan Z, Zeng H, Yuan Y, Wang Z, et al. Intercalary allograft to reconstruct large-segment diaphysis defects after resection of lower extremity malignant bone tumor. *Cancer Manag Res*. 2020; 12: 4299-4308. doi: 10.2147/CMAR.S257564.
51. Stevens NM, Schultz BJ, Lowe DT, Egol KA. Repair of humeral shaft nonunion with plate and screw fixation and iliac crest bone graft. *J Orthop Trauma*. 2021; 35 (Suppl 2): S7-S8. doi: 10.1097/BOT.0000000000002154.
52. Peters RM, Claessen FM, Doornberg JN, Kolovich GP, Diercks RL, van den Bekerom MP. Union rate after operative treatment of humeral shaft nonunion--A systematic review. *Injury*. 2015; 46 (12): 2314-2324. doi: 10.1016/j.injury.2015.09.041.
53. Ambriz RG, Sánchez AR, Gutiérrez-Mendoza I, Reyes PR, Giles MOI, Esparza MGA. Reconstrucción diafisaria de radio en pérdida ósea infectada por *Pseudomonas aeruginosa* mediante técnica de Masquelet. *Ortho-tips*. 2023; 19 (2): 113-119. doi: 10.35366/110719.
54. Nauth A, Lane J, Watson JT, Giannoudis P. Bone graft substitution and augmentation. *J Orthop Trauma*. 2015; 29 Suppl 12: S34-38. doi: 10.1097/BOT.0000000000000464.
55. Xie J, Wang W, Fan X, Li H, Wang H, Liao R, Hu Y, Zeng M. Masquelet technique: Effects of vancomycin concentration on quality of the induced membrane. *Injury*. 2022; 53 (3): 868-877. doi: 10.1016/j.injury.2021.11.003.
56. Feltri P, Solaro L, Errani C, Schiavon G, Candrian C, Filardo G. Vascularized fibular grafts for the treatment of long bone defects: pros and cons. A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023; 143 (1): 29-48. doi: 10.1007/s00402-021-03962-5.
57. Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg Br*. 2005; 87 (2): 142-150. doi: 10.1302/0301-620x.87b2.15874.
58. Li J, Wang Z, Guo Z, Chen GJ, Li SW, Pei GX. The use of massive allograft with intramedullary fibular graft for intercalary reconstruction after resection of tibial malignancy. *J Reconstr Microsurg*. 2011; 27 (1): 37-46. doi: 10.1055/s-0030-1267381.
59. Chung DW, Han CS, Lee JH. Reconstruction of composite tibial defect with free flaps and ipsilateral vascularized fibular transposition. *Microsurgery*. 2011; 31 (5): 340-346. doi: 10.1002/micr.20884.
60. Feltri P, Solaro L, Di Martino A, Candrian C, Errani C, Filardo G. Union, complication, reintervention and failure rates of surgical techniques for large diaphyseal defects: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2022; 12 (1): 9098. doi: 10.1038/s41598-022-12140-5.
61. Tong K, Zhong Z, Peng Y, Lin C, Cao S, Yang Y, Wang G. Masquelet technique versus Ilizarov bone transport for reconstruction of lower extremity bone defects following posttraumatic osteomyelitis. *Injury*. 2017; 48 (7): 1616-1622. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.042.
62. Ren C, Li M, Ma T, Li Z, Xu Y, Sun L, Lu Y, Wang Q, Xue H, Zhang K. A meta-analysis of the Masquelet technique and the Ilizarov bone transport method for the treatment of infected bone defects in the lower extremities. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2022; 30 (2): 10225536221102685. doi: 10.1177/10225536221102685.
63. Giannoudis PV. Treatment of bone defects: bone transport or the induced membrane technique? *Injury*. 2016; 47 (2): 291-292. doi: 10.1016/j.injury.2016.01.023.
64. Thakeb MF, Kozman MA, ElGebeily MA, Baraka MM, Al Kersh MA. Bone transport through induced membrane versus conventional bone transport in management of infected long-bone defects of lower limbs: a randomized controlled trial. *J Orthop Trauma*. 2023; 37 (9): 462-468. doi: 10.1097/BOT.0000000000002613.
65. Karger C, Kishi T, Schneider L, Fitoussi F, Masquelet AC; French Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SoFCOT). Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012; 98 (1): 97-102. doi: 10.1016/j.otsr.2011.11.001.
66. Walker M, Sharareh B, Mitchell SA. Masquelet reconstruction for posttraumatic segmental bone defects in the forearm. *J Hand Surg Am*. 2019; 44 (4): 342.e1-342.e8. doi: 10.1016/j.jhssa.2018.07.003.
67. Bourgeois M, Loisel F, Bertrand D, Nallet J, Gindraux F, Adam A, et al. Management of forearm bone loss with induced membrane technique. *Hand Surg Rehabil*. 2020; 39 (3): 171-177. doi: 10.1016/j.hansur.2020.02.002.
68. Lauthé O, Gaillard J, Cambon-Binder A, Masquelet AC. Induced membrane technique applied to the forearm: technical refinement, indications and results of 13 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021; 107 (8): 103074. doi: 10.1016/j.otsr.2021.103074.
69. Micev AJ, Kalainov DM, Soneru AP. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity. *J Hand Surg Am*. 2015; 40 (3): 593-598. doi: 10.1016/j.jhssa.2014.12.007.
70. El Farhaoui A, Benalia K, Lachkar A, Abdeljaouad N, Yacoubi H. The induced membrane technique: A therapeutic option for managing bone defects in the upper extremity: case series for 7 patients. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022; 81: 104533. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104533.
71. Velázquez-Moreno JD, Casiano-Guerrero G. Algoritmo del tratamiento de la pseudoartrosis diafisaria [Diaphyseal pseudarthrosis treatment algorithm]. *Acta Ortop Mex*. 2019; 33 (1): 50-57. Spanish.
72. Ferreira N, Marais LC. Management of tibial non-unions according to a novel treatment algorithm. *Injury*. 2015; 46 (12): 2422-2427. doi: 10.1016/j.injury.2015.09.040.
73. Grunert M, Hackenbroch C, von Lübken F. Update 2022 Pseudarthrosen: Bildgebende Diagnostik, Klassifikation und Behandlungsalgorithmen [Update on non-unions 2022: Imaging diagnostics, classification and treatment algorithms]. *Unfallchirurgie (Heidelb)*. 2022; 125 (8): 589-601. German. doi: 10.1007/s00113-022-01201-z.

## Conflict of interests

No conflict of interest is declared.



Estimado Comité Editorial:

Sometemos a su consideración el manuscrito original \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Este manuscrito no ha sido publicado anteriormente y no está siendo considerado para publicación en ninguna parte. Ninguno de los autores tiene conflicto de intereses respecto a esta publicación o con el material de investigación que se describe. La investigación no recibió apoyo financiero.

La versión final del manuscrito, incluyendo el orden de los autores, ha sido aprobada por todos ellos. Al autor de correspondencia deberá dirigirse la comunicación respecto al manuscrito.

Muchas gracias por considerar este artículo.

Atentamente

_____ Nombre autor principal	_____ Firma
_____ Nombre coautor	_____ Firma
_____ Nombre coautor	_____ Firma
_____ Nombre coautor	_____ Firma
_____ Nombre autor de correspondencia	_____ Firma

Correspondencia:

Datos autor de correspondencia:

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

# WEBINAR FEMECOT

Con la participación de profesores nacionales e internacionales, hemos llevado a cabo un total de 58 webinars hasta finales de 2023 y con una audiencia de más de 300,000 espectadores provenientes de más de 60 países.

## ESCUELA DE RESIDENTES

Hasta el momento, hemos llevado a cabo 31 webinars a finales de 2023 con más de 60,000 espectadores provenientes de más de 78 países.



**YouTube**  
**FEMECOT A.C.**

**¡Conéctate con nosotros en nuestro canal oficial en YouTube!**

**No olvides suscribirte al canal, asegúrate de activar las notificaciones y darle me gusta para no perderte ni una sola transmisión.**

**Participa en vivo dejándonos tus preguntas y comentarios.**

**Búscanos como @FEMECOTAC**



**Síguenos en nuestras redes sociales**



# FEMECOT

# 2025

EXPO Guadalajara Jal. México



INTERNATIONAL  
ORTHOPAEDIC  
TRAUMA  
ASSOCIATION



2<sup>nd</sup> Triennial IOTA  
Congress 2025



# XXXV

CONGRESO MEXICANO DE  
ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA  
21 - 25 DE OCTUBRE



Sociedad Invitada



REGISTRO

REGISTRO EXCLUSIVO  
EN LÍNEA

AO AO AO  
SPINE RECON TRAUMA

AAOS  
AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS



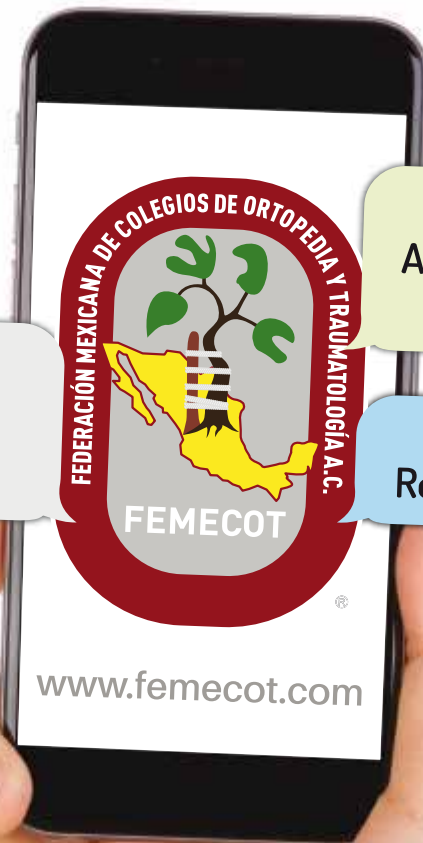
FFN  
Fragility Fracture Network  
Latin America





# Orthotips

AMOT



FEMECOT te ayuda con  
Soporte en Investigación  
para Autores

Consulta a FEMECOT por el  
Apoyo para la publicación de  
trabajos de investigación

Dirigido a Ortopedistas y  
Residentes de la especialidad

“Publico, luego existo”

FEMECOT