

Revisión bibliográfica de resultados obtenidos utilizando la Técnica de Masquelet en lesiones complicadas con osteomielitis, a propósito de un caso clínico

ALEJANDRA LOBOS ZÚÑIGA¹, MANUEL REYES², JAVIERA REYES GUERRA³,
CARLA GÁLVEZ GODOY⁴, MATÍAS SUÁREZ OLMEDO⁵

Bibliographic review of results obtained using Masquelet's technique in complicated lesions with osteomyelitis, apropos of a clinical case

Abstract

Summary: The Masquelet technique or membrane induction is considered new in many ways, born under the need to seek therapeutic options in patients with extensive bone lesions. Since this technique was proposed, hopeful and reproducible results have been reported to different centers throughout the world. That is why in this work we seek to collect information from different authors and their case reports, in addition to presenting a case handled in the O'higgins region with this technique. Objectives: To review the literature regarding general results in bone consolidation in cases similar to the one exposed, in addition to exposing the Masquelet Technique as management in a patient with extensive bone loss, due to a firearm wound. Methods: descriptive observational study, in addition to a systematic review in databases such as Pub-Med/MEDLINE, Elsevier, Cochrane and manually through the Internet in journals and public bodies. This work seeks to collect information from different authors and their case reports, in addition to delving into the technique itself, evaluating its indications, contraindications and protocol to follow. The patient's signature of an informed consent was requested, which is explicitly voluntary, in which he authorizes the review of his file, his background and the use of images and / or x-rays pertinent to the research. Results: Inclusion and exclusion criteria were defined to analyze the characteristics of the selected articles. We present the clinical case of a 27-year-old male patient who suffers high-energy injury by firearm in the middle third of the right leg with exposure and loss of musculoskeletal tissue of 12 cm in diameter; poly-fragmentary fracture of the proximal third of tibia and fibula, initially damage control is performed which is complicated by presenting osteomyelitis in said limb. It is handled with Masquelet technique. The induction time was approximately 4 months, after the second surgical time the lesion is consolidated in three months showing results similar to the literature studied.

Keywords: osteomyelitis, induced membrane technique, bone loss, Masquelet technique

1. Alumna pregrado medicina, Universidad San Sebastián.

2. Médico Traumatólogo, Hospital San Juan de San Fernando.

3. Alumna pregrado medicina, Universidad Católica del Maule.

4. Alumna pregrado medicina, Universidad Andrés Bello.

5. Alumna pregrado medicina, Universidad Andrés Bello.

Correspondencia:

Alejandra Lobos Zúñiga,
7790706

Teléfono: +56 9 78064158

Email: alee.lobos.z@gmail.com

Introducción

La inducción de membrana (IM) fue descrita inicialmente en 1986, en la cual se basa en la respuesta tisular fisiológica frente a un cuerpo extraño, sin embargo en el año 2000, *Masquelet*, establece las condiciones, características e indicaciones para su utilización.^{1,2}

La Técnica de Masquelet (TM), consta de dos etapas quirúrgicas, en una primera instancia se realiza un aseo y desbridamiento de tejido comprometido, tras lo cual se introduce un espaciador de cemento de polimetilmetacrilato (PM), este tiene por objetivo la inducción de una membrana fisiológica, esta al ser inducida por los mecanismos fisiológicos frente a un cuerpo extraño, esta cuenta con vascularización, factores de crecimiento y células madre adulta de tejido mesenquimal.¹

Esta técnica demostró buenos resultados, evitando resección de grandes segmentos óseos con presencia de osteomielitis, además junto al uso de antibioticoterapia presenta buenos resultados y así evitar una eventual amputación de la extremidad afectada.³

Material y método

Se realizará un estudio observacional descriptivo, junto con una revisión sistemática en bases de datos como Pub- Med/MEDLINE, Elsevier, Cochrane y manualmente a través de Internet en revistas y organismos públicos.

Se definieron criterios de inclusión y exclusión para analizar las características de los artículos seleccionados.

Se solicitó a comité ética de la Universidad San Sebastián evaluación de la propuesta de investigación y consentimiento informado.

Discusión

La TM nace como una opción de tratamiento, considerando las múltiples opciones terapéuticas, las cuales cada uno presenta distintas complicaciones y resultados. Esta nace con la premisa de ser una técnica sencilla, reproducible, independiente de la adherencia del pa-

ciente y utilizar mecanismos fisiológicos para la inducción de tejido, así evitando así complicaciones, como lo sería un eventual rechazo.^{3,4} Respecto a la indicación de esta técnica, *Masquelet* reitera que la IM no es un manejo para la infección activa del segmento óseo, sino corresponde a una técnica para inducir la osteogénesis, es por esto que se indica una vez superado el cuadro infeccioso, por lo que en casos que exista osteomielitis previamente se debe realizar un aseo y debridación del tejido.² Para la inducción de membrana se utiliza cemento con características específicas que promuevan la inducción, es importante destacar que en múltiples revisiones estudiadas recomiendan el uso de antibiótico tópico, sin embargo, la técnica explícitamente no se aconseja, ya que al utilizarlo estos podrían alterar la microbiota generando resistencia, alterar la capacidad de inducción del cemento y por último no debería ser necesario su uso, ya que como se menciona anteriormente para la indicación de IM no debe existir un proceso infeccioso en el segmento afectado.⁵

El procedimiento presente consta de dos fases, en un primer tiempo quirúrgico se realiza la inducción de membrana con el fin de obtener un soporte para los injertos junto con aportar factores de crecimiento. En un segundo tiempo se realiza la inserción de injertos óseos.⁶ Esta presenta una buena alternativa para la preservación de tejido óseo, logrando una tasa de consolidación superior al 90% aun en casos complejos como el que se expondrá a continuación.³

La reconstitución de defectos óseos constituye un desafío importante para el traumatólogo, si bien existen lesiones con mayor grado de dificultad, en su mayoría se presenta no solo el defecto óseo sino también compromiso de tejido blando y circulatorio, lo que promueve al desarrollo de infecciones, complicación que ensombrece el pronóstico para el paciente.⁷ Existen múltiples mecanismos para las lesiones del tejido óseo, cada una conlleva mayor o

menor riesgo de ciertas complicaciones como lo son infecciones, consolidación defectuosa, dolor crónico, etc. Sin embargo un mecanismo importante de lesión corresponde a las lesiones por arma de fuego.⁸

En Chile no existe un registro de consulta por trauma o morbilidad que esto implica, se desconoce su demografía exacta así como su manejo intrahospitalario y evolución posterior al egreso, sin embargo, un análisis realizado en el Hospital Sotero del Río recabó información de 2017 y 2018, este estudio reportó sobre los mecanismos del trauma 27% de trauma penetrante, 59% trauma cerrado, 10% heridas complejas y 3% pacientes quemados. Del registro recabado destaca un 27% de los pacientes sufre un trauma penetrante, en el cual el número de heridas por arma de fuego supera a las heridas por arma blanca.⁹

Respecto a las heridas por arma de fuego, un estudio realizado en México, concluye que se presentan en su mayoría en hombres con promedio de edad en 32 años, datos que van cambiando día a día y varían según sitio a evaluar.⁷ En este estudio realizado en el Hospital General de Ciudad Juárez, México, se observó que de un total de 559 fracturas, 115 (28%) presentaban lesiones provocadas por alta energía transferida que presentan fracturas conminuta (80 pacientes) y multifragmentación (75 pacientes).^{10,11}

Respecto al manejo, existe consenso sobre importancia de la estabilización que busca consolidar estas fracturas y formación de tejido óseo, esta debe realizarse de forma inicial, sin embargo existen controversias respecto al mecanismo para realizarla,⁸ la que depende en su mayoría del sitio, fragmentación, lesión de tejidos blandos y la condición general del paciente.¹²

La osteomielitis es una infección del hueso que ocurre por diseminación hematógena, propagación de un foco contiguo o por una herida penetrante. Esta produce una inflamación aguda ósea liberando factores inflama-

torios y reacción inmune aumentando la presión intraósea, estasis sanguínea y trombosis, este proceso lleva a necrosis del tejido óseo afectado.¹³

La Técnica Masquelet busca una reconstrucción de defectos óseos extensos, fue descrito por primera vez en 2000, por el Dr. Masquelet. Esta se lleva a cabo en dos tiempos, en primer tiempo quirúrgico se realiza desbridamiento de tejido no viable, tras lo cual se utiliza un espaciador de PM, el cual produce el crecimiento de la membrana vascularizada que recubrirá el defecto óseo; dicha membrana comienza a crecer entre la cuarta y la octava semana.¹⁴

Un segundo tiempo quirúrgico busca rellenar el defecto óseo, en el cual se realiza el retiro del cemento óseo sin lesionar la membrana formada y posteriormente se aplican autoinjertos de esponjosa y se recubre suturando la membrana formada; así la membrana inducida que contiene el injerto previniendo la absorción, junto con promover la revascularización y consolidación.¹⁵

Un estudio realizado por Sánchez en Venezuela, en la cual se presenta el manejo de 14 pacientes con diagnóstico de osteomielitis o pseudoartrosis infectadas, tratados con Técnica de Masquelet, en este estudio manejaron 8 tibias, 3 articulaciones tibio-peroneo-astragalina, 1 fémur, 1 radio y 1 cúbito con un resultado final positivo, reportando un 86% de consolidación, sin embargo un 40% requirió nuevos procedimientos quirúrgico como reconstrucción de miembro, colgajos miocutáneos e injertos.¹⁶

Se presenta caso clínico de paciente masculino 27 años de edad quien sufre lesión de alta energía por arma de fuego en tercio medio de pierna derecha con exposición y pérdida de tejido osteomuscular de 12 cm de diámetro, fractura polifragmentaria del tercio proximal de tibia y peroné, complicado con neurotrauma del nervio ciático poplíteo externo.

Inicialmente se realiza control de daño con estabilización mediante fijación externa con

tutores (Figura 1), a los dos meses evoluciona con dehiscencia parcial de herida traumática, invaginación de bordes, exposición ósea y emisión de exudado serohemático, laboratorios e imágenes impresionan cursar con un cuadro de osteomielitis aguda, es por esto que frente a un pronóstico ominoso respecto a la extremidad se decide reingreso para realización de primer tiempo de Masquelet.

En la primera cirugía se realiza un nuevo aseo quirúrgico y debridación de tejido desvitalizado, el cual consistía tanto tejido óseo como partes blandas, luego se confecciona un espaciador artesanal de PM e instalación de Portovac finalizando esta primera intervención con un colgajo fascio muscular (Figura 2).

Después de 4 meses, dando buena evolución se realiza el segundo tiempo quirúrgico (Figura 3), en el cual se realiza abordaje por zona inguinal para ostomía de cresta iliaca, sin incidentes, con el objetivo de extraer material a utilizar como autoinjerto. Se extrae el espaciador de PM para la reapertura del canal medular y revitalización del tejido.

Para la fijación del segmento proximal se utiliza placa anatómica proximal de tibia, comprobando estabilidad continuando con la instalación de un injerto mixto, compuesto por 90cc de chips de aloinjerto combinado con el segmento de cresta iliaca extraída previamente.

Se realizaron controles mensuales radiológicos hasta evidenciar signos radiológicos de consolidación proximal y distal, así como calcificación y corticalización del injerto óseo (Figura 4) la cual se logró a los tres meses post intervención. En este caso se decide una tercera intervención, la cual es enfocada en la resolución del compromiso nervioso del ciático poplíteo externo, se realiza una transferencia Tibial Posterior derecha a dorso logrando mejoría del trofismo de cuádriceps músculos de la pierna (Imagen 1 y 2).

Existen varias técnicas para lesiones que presenten un extenso compromiso óseo, entre las

que destacan estabilización mediante fijadores externos (Ilizarov), injerto segmento óseo vascularizado, aloinjerto, entre otras. La elección del procedimiento a realizar, depende de múltiples factores implicados, como lo son costos, compromiso del paciente, disponibilidad de seguimiento, experiencia del cirujano, segmento comprometido o características propias del paciente.⁷⁻⁵

La TM nace como una opción de tratamiento, considerando las múltiples opciones terapéuticas, las cuales cada uno presenta distintas complicaciones y resultados. Esta nace con la premisa de ser una técnica sencilla, reproducible, independiente de la adherencia del paciente y utilizar mecanismos fisiológicos para la inducción de tejido, evitando así complicaciones, como lo sería un eventual rechazo.³

Respecto a la indicación de esta técnica, *Masquelet* reitera que la IM no es un manejo para la infección activa del segmento óseo, sino corresponde a una técnica para inducir la osteogénesis, es por esto que se indica una vez superado el cuadro infeccioso, por lo que en casos que exista osteomielitis previamente se debe realizar un aseo y debridación del tejido.²

Para la inducción de membrana se utiliza cemento con características específicas que promuevan la inducción, es importante destacar que en múltiples revisiones estudiadas recomiendan el uso de antibiótico tópico, sin embargo, la técnica explícitamente no se aconseja, ya que al utilizarlo estos podrían alterar la microbiota generando resistencia, alterar la capacidad de inducción del cemento y, por último, no debería ser necesario su uso, ya que como se menciona anteriormente para la indicación de IM no debe existir un proceso infeccioso en el segmento afectado.⁵

En el primer tiempo quirúrgico se debe realizar un correcto desbridamiento tanto tejido blando como ósea que pueda verse comprometido a infección. Luego se instala el espaciador con aglomerante quirúrgico o polimetilmetacrilato.¹⁷

Luego se debe realizar la estabilización, ya sea interna o externa, la cual va a depender de los tejidos blandos y óseos del paciente.⁵

Resultados

Los resultados iniciales de esta técnica, según bibliografía estudiada, reportan una tasa de éxito mayor de 90%, con un promedio de consolidación ósea de ocho meses y un promedio de 6 cm en la extensión del defecto, aun presentando en un 30% complicaciones como osteomielitis.²¹

Una de las revisiones más importantes y extensas sobre la TM, fue realizada por el mismo *Masquelet*, en la cual se realiza un extenso seguimiento de pacientes manejados con esta técnica, en esta se reafirma tanto las indicaciones, manejo y resultados antes previstos. Es por esto que se establece las principales indicaciones, por ejemplo, es indispensable la estabilización de la fractura, para la cual se debería inicialmente realizar el control de daños, en caso de presentarse complicaciones como lo son infección se debe realizar un extenso desbridamiento para proseguir con la reconstitución ósea, los resultados a largo plazo son independientes de la extensión del defecto óseo, sino más bien depende de la calidad de tejido y el adecuado aseo quirúrgico a realizar, en la extremidad inferior, se debe prestar especial atención a la alineación.¹⁹

Si bien los resultados son esperanzadores aun no es del todo aceptado por los especialistas a nivel internacional, requiriendo aun estudios respecto al protocolo a seguir y técnica para evitar complicaciones como re-fractura o infección, esta última siendo la principal complicación reportada.¹⁸

Un metaanálisis de D. Chloros y col, en el cual se reporta complicaciones que incluyen infección en el sitio 66 %, desviación axial de extremidad 41 %, rigidez articular en el 24 %, incarceration de los tejidos blandos en el 22 % y retraso en la unión del sitio de acoplamiento en el 13,5 %.²⁰

En Chile, existe poca literatura sobre pacientes manejados con la técnica a presentar. Un reporte realizado por Contreras MD y col, describe resultados satisfactorios en un paciente que presenta un cuadro de osteomielitis crónica en húmero derecho, inicialmente manejada con aseo quirúrgico y antibioterapia endovenosa, con mejoría parcial de funcionalidad, sin embargo, persiste pérdida de tejido óseo, disminuyendo funcionalidad de la extremidad. Finalmente se describe un defecto de 18 cm en húmero, dado la extensión del compromiso se realiza la inducción de membrana.²²

Conclusión

El Hospital San Juan de Dios, San Fernando, ubicado en la región de O'Higgins, corresponde a un establecimiento de mediana a alta complejidad, múltiples son las patologías que llegan al servicio de urgencias, sin embargo, si bien no existen datos estadísticos sobre heridas por arma de fuego, la experiencia ha demostrado que estas se han incrementado, es por esto que el paciente en cuestión, tanto por la gravedad de sus lesiones, extenso compromiso, edad, y complicaciones a las cuales se vio enfrentado, la opción terapéutica se limitaba la amputación de dicha extremidad, es por esto que se le ofrece esta técnica innovadora con resultados funcionales satisfactorios. Por tal razón, el interés de dar a conocer nuestra experiencia apoyada con bibliografía para entregar a los distintos profesionales esta opción.

Conflictos de interés

Como investigadores declaramos no poseer conflictos de interés de ningún tipo al realizar esta investigación.

Agradecimientos

A nuestro paciente por su compromiso y colaboración, y a nuestras familias que estuvieron presentes durante todo el proceso.

Referencias

1. Pesciallo C, Garabano G, Montero Vines A, Gómez DJ, Bidolegui F, Cid Casteulani A. Defectos óseos segmentarios infectados en huesos largos: tratamiento con técnica de Masquelet. *Rev. Asoc. Argent. Ortop. Traumatol.* [Internet]. 2019 Mar [citado 2022 Nov 14]; 84(1): 15-26. Disponible en: http://www.scielo.org/ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342019000100004&lng=es.
2. Masquelet, Alain C. MD. Induced Membrane Technique: Pearls and Pitfalls. *Journal of Orthopaedic Trauma: October 2017 - Volume 31 - Issue - p S36-S38* doi: 10.1097/BOT.0000000000000979
3. Garabano, G, Pesciallo, C, Montero Vines, A, Gómez, DJ, Bidolegui, F, & Casteulani, AC. (2019). Defectos óseos segmentarios infectados en huesos largos: tratamiento con técnica de Masquelet. [Masquelet technique for the treatment of infected segmental long-bone defects]. *Revista De La Asociación Argentina De Ortopedia Y Traumatología*, 84(1), 15-26. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2019.84.1.853>
4. SECOT [Internet]. www.secot.es. [cited 2023 Jan 30]. Available from: https://www.secot.es/consenso_internacional.php
5. Fernández Amilcar, Vargas María de Lourdes, Pontillo Pascual. Injerto vascularizado de peroné en pseudoartrosis de tibia residual a osteomielitis. *Salus* [Internet]. 2014 Dic [citado 2022 Nov 22]; 18(3): 41-45. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000300008&lng=es.
6. Masquelet A, Begue T; The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthop Clin N Am* 2010; 41: 27-37.
7. Pérez-Ruiz SA, Matus-Jiménez J . Factores de riesgo asociados a infección de fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego. *Acta Ortop Mex.* 2019 Ene-Feb;33(1):28-35.
8. Tosti R, Rehman S. Surgical management principles of gunshot-related fractures. *Orthop Clin North Am.* 2013; 44(4): 529-40.
9. Ramos Perkis J, Ottolino Lavarte P, Muñoz Alarcón C, Ruiz Cabrera J, Arenas Ponce C, Salazar Moreira F, Calderón Ramirez L, Achurra Tirado P, Diaz Fernandez A. Primer registro de trauma en Chile. Análisis de 2 años en un hospital público. *Rev. Cirugía.* 2021;73(1). Disponible en: doi:10.35687/s2452-45492021001703 [Accessed 14 nov. 2022].
10. García-Valadez LR, Hernández-Téllez IE, Castellanos-Velazco CA, Ibáñez-Guerrero O, Palmieri-Bouchan RB. Epidemiología de las heridas por proyectil de arma de fuego en el Hospital Central Militar de México. *Rev Sanid Milit Mex.* 2015; 69(3): 204-17.
11. Rodríguez-Flores JL. Fracturas por proyectil de arma de fuego en huesos largos de la extremidad pélvica. *Ortho-tips.* 2011;7(3-4):147-154.
12. Ganocy K, Lindsey RW. The management of civilian intraarticular gunshot wounds: treatment considerations and proposal of a classification system. *Injury* 1998; 29(Suppl 1): SA1-6.
13. Ugalde Ovares Carlos Eduardo, Morales Castro Diana. Osteomielitis. *Med. leg. Costa Rica* [Internet]. 2014 Mar [cited 2022 Nov 14]; 31(1): 94-102. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152014000100010&lng=en
14. Viateau V, Bensidhoum M, Guillemain G, Petite H, Hannouche D, Anagnostou F, Pellissier P: Use of the induced membrane technique for bone tissue engineering purposes: animal studies. *Orthop Clin N Am* 2010; 41: 49-56.
15. Huffman LK, Harris JG, Suk M: Using the bi-Masquelet technique and reamer-irrigator-aspirator for post-traumatic foot reconstruction. *Foot Ankle Int* 2009; 30(9): 895-9.
16. Científico Ó, Sánchez Valenciano C, Vez Incluidos En El Estudio U. *Revista venezolana de cirugía ortopédica y traumatología* [Internet]. Bvsalud.org. [citado el 14 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org>

org/biblioref/2021/06/1252872/art-3.pdf

17. Azi ML, de Almeida Teixeira AA, Cotias RB, Joeris A, Kfuri M. Induced-membrane technique in the management of posttraumatic bone defects. *JBJS Essential Surgical Techniques*. 2019; 9 (2): e22. Available in: <https://doi.org/10.2106/jbjs.st.18.00099>

18. De los Santos MFA, Ceballos SJA, Hernández FE, Sierra PM, Herrera CZV. Técnica de Masquelet en no unión atrófica de tibia con osteomielitis crónica, su descripción. *Acta Med Grupo Angeles*. 2021; 19 (2): 280-284. <https://dx.doi.org/10.35366/100456>

19. Masquelet AC, Kishi T, Benko PE. Very long-term results of post-traumatic bone defect reconstruction by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res [Internet]*. 2019;105(1):159–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2018.11.012>

20. Chloros GD, Kanakaris NK, Harwood

PJ, Giannoudis PV. Induced membrane technique for acute bone loss and nonunion management of the tibia. *OTA Int*. 2022 Apr 18;5(2 Suppl):e170. doi: 10.1097/O19.000000000000170. PMID: 35949266; PMCID: PMC9359030.

21. Renan Lara-Villca, et al. Técnica de membrana inducida en la reconstrucción de defectos óseos postraumático. *Gaceta Médica Boliviana*, 2018, 41(2), Diciembre, ISSN: 1012-2966 / 2227-3662. URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/414/4141953005/index.html>

22. Contreras JJ, Díaz A, Beltrán M. Extensive humeral defect secondary to humeral shaft nonunion and chronic osteomyelitis treated with induced membrane technique augmented with fibula autograft: a case report. *JSES Reviews, Reports, and Techniques [Internet]*. 2021;1(4):446–56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.xrtr.2021.08.004>



Figura 1. Estabilización con tutor externo de fractura conminuta metafisiadiafisaria expuesta III-B de tibia peroné



Figura 2. Inducción de membrana con espaciador de cemento PM con alambre de Kirschner en defecto tibial



Figura 3. Signos de consolidación en evolución con injerto óseo autólogo de cresta iliaca



Figura 4. Fractura expuesta tibia peroné consolidada



Imagen 1 y 2. Fotografía rango movimiento y cicatriz 1 año posterior última intervención quirúrgica