

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE POSGRADO DE ESPECIALIDADES MEDICAS



**“TECNICA DE INDUCCION DE MEMBRANA EN DEFECTOS OSEOS  
SEGMENTARIOS DE ORIGEN TRAUMATICO E INFECCIOSO”**

Presentado por:

Dr. Joaquín Stanley Antillon Iraheta

Dra. Brígida Katherina Hernández Mejía

Para optar al grado de :

Especialidad medica en Ortopedia y traumatologia

Asesores:

Dr. Edward Herrera

Dr, Ricardo Olmedo Sánchez

Ciudad Universitaria, “Dr Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, Noviembre de 2024.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES CENTRALES**

**Rector:**

M. Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

**Vicerrectora Académica:**

Dra, Evelyn Beatriz Farfán Mata

**Vicerrector Administrativo:**

M. Sc. Roger Armando Arias Alvarado

**Secretario General:**

Lic. Pedro Rosalio Escobar Castaneda

**Defensora de los Derecho Universitarios:**

Lic, Ana Ruth Avelar

**Fiscal:**

Lic, Carlos Amilcar Serrano RIVERA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA**

**Decano:**

Dr. Saul Diaz Peña

**Vicedecano:**

Lic. Franklin Arnulfo Méndez Durán

**Secretario:**

M. Sc. Roberto Carlos Hernández Marroquín

**Director de Escuela de Posgrado:**

Dr. Edwar Alexander Herrera Ródriguez

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	i
OBJETIVOS.....	ii
METODO.....	1
EVALUACION DE LACALIDAD DE LOS ESTUDIOS.....	2
DESARROLLO.....	4
DISCUSIÓN.....	10
CONCLUSIONES.....	13
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	14

## **1.INTRODUCCION**

La técnica de inducción de membrana descrita por Masquelet como un procedimiento de 2 pasos para tratar defectos óseos y no uniones, tanto de origen traumático como infeccioso así como de problemas tumorales. (4)

Permite reconstruir defectos óseos segmentarios diafisarios y metafisarios de diferentes tamaños, sin necesidad de habilidades microquirúrgicas ni de infraestructura hospitalaria de alta complejidad. (1)

La técnica de inducción de membrana se comenzó a utilizar a fines de la década de los 80 pero recientemente fue descrita en el año 2,000 (1)

El fundamento de la técnica quirúrgica consiste en provocar una reacción inflamatoria por un cuerpo extraño, mediante la colocación de un espaciador de cemento de PMMA alrededor de la cual se forma una membrana que se activa biológicamente.(1)

Este proceso se desarrolla en 2 etapas:

1a etapa: se basa en la colocación de un espaciador de cemento de polimetilmetacrilato (PMMA), el cual provoca una reacción de cuerpo extraño, con la consecuente generación de una membrana biológica inducida. (1)

La membrana está compuesta de un mínimo de 2 capas, una delgada capa interna en contacto con el espaciador y una externa con fibras más alineadas, como una reacción a cuerpo extraño inducida por el espaciador. (3)

Biológicamente compuesta por proteínas de matriz como colágeno tipo I, factores de crecimiento y otros tipos de células que contribuyen al anabolismo esquelético... (3)

Diferentes estudios científicos muestran que la membrana se forma completamente en un periodo de 4-8 semanas, por lo cual es el tiempo recomendado para realizar la segunda intervención. (3)

La 2da etapa: se retira el espaciador y se rellena esta cavidad (revestida por la biomembrana) con injerto óseo, preferentemente autólogo. (1)

Desde su descubrimiento esta técnica ha experimentado diferentes modificaciones una de las cuales es el uso de antibiótico en el espaciador de cemento para controlar y tratar los casos de tipo infeccioso, además del advenimiento de diferentes tipos de injerto y material de osteosíntesis en la segunda fase, que le permiten crear un ambiente favorable para la vascularización, inducción y consolidación ósea.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Establecer la eficacia del uso de la técnica de inducción de membrana en defectos óseos de origen traumático e infeccioso tanto de extremidades superiores e inferiores.

Objetivos específicos

1. Determinar las ventajas del uso del clavo endomedular vs. placa para la fijación de la fractura y el defecto en la segunda fase.

2. Demostrar que el uso de dicha técnica contribuye a la pronta recuperación de la funcionalidad de la extremidad afectada

### **3) METODO**

A) La búsqueda de evidencia fue una base de datos consultados de tipo electrónica, el motor de búsqueda utilizado fue PUBMED.

B) Las palabras claves utilizadas fueron:

- 1) Técnica de Masquelet / Masquelet technique
- 2) Técnica de inducción de membrana / membrane induction technique
- 3) Defectos óseos / Bone defects

C) Criterios de inclusión y exclusión

#### **Criterios de inclusión**

- 1) Técnica de masquelet utilizada en defectos óseos causados por trauma o de tipo infeccioso
- 2) Pacientes en rango de edad de 18 a 60 años
- 3) Paciente del sexo femenino y masculino
- 4) Técnica de inducción de membrana utilizada en pacientes con defectos óseo con ausencia de lesión vascular o nerviosa de tipo severo
- 5) Artículos con alto nivel de evidencia y grado de calidad comprobada

#### **Criterios de exclusión**

- 1) Artículos o trabajos con un bajo nivel de evidencia
- 2) Pacientes menores de edad
- 3) Técnica de inducción de membrana utilizada en defectos óseos de origen tumoral
- 4) Paciente con defectos óseos que se acompañan de lesión vascular y nerviosa severa

#### **4) EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS**

<b>Referencias</b>	<b>Diseño del estudio</b>	<b>Tamaño muestral</b>	<b>Criterios de validez</b>	<b>Resultados importantes</b>
Tak Man Wong,, Tak Wing Lau,Xin Li. Masquelet tecniqe for treatment of post traumatic bone defects. The Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 710302, 5 pages. (11)	Estudio Prospectivo experimental	9 pacientes	Estudio Experimental  Alto ++++	Todos los pacientes mostraron consolidacion demostrada radiologicamente (femur, tibia y olecranon), no hubo ninguna complicaicon reportada, esta tecniqa puede ser utilizada en situaciones agudas o retardadas con iguales resultados prometederos
Alan J. Micev, MD, David M. Kalainov, MD, Alexander P. Soneru, MD. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss Hand Surg Am. 2015;40(3):593e5 98. (9)	Estudio prospectivo experimental	1 paciente	Estudio experimental  Bajo ++	La tecnica de induccion de membrana es una herramienta efectiva para tratar grandes defectos oseos segmentarios de la extremidad superior y es particularmente util en los casos concomitantes de perdida osea e infeccion,
V. Morris, F. Loisel, D. Cheval, Functional and radiographic evaluation of the treatment of traumatic bone loss of the hand using the masquelet technique. Hand surgery and rehabilitation 35 (2016) 114-121. (5)	Estudio retrospectivo observacional	18 pacientes	observacional descriptivo  Media +++	Se realizao la tecnica de masquelet el primer y segundo tiempo con un promedio de 3.5 meses entre ambas mostrando en 90% de los pacientes union osea en 4 meses, logrando un alto grado de funcionalidad


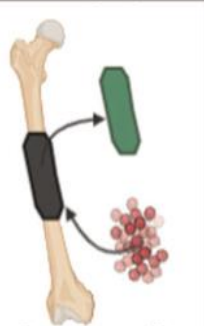

				segun el score de TAM y kapanji
Ilaria Morellia,b, Lorenzo Dragoc, David A. George,Masquel et technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis, (4)	Revision sistemica	427 casos	Revision Sistemica  Alto ++++	La tasa de union fue del 89,7% y los procesos infecciosos de controlaron en un 91,1%. Las principales complicaciones fueron superficiales(21;4 ,9%)yquirúrgico profundo infecciones del sitio (19; 4,4%).
Ashok S Gavaskar, S. Parthasarathy, J. Balamurugan. A load sharing- nail- cage construct may improve putcome after induce membrane tecnique for segmental tibial defects. m5G;November 27, 2019;14:15 (8)	Estudio Prospectivo experimental	26 pacientes	Estudio Experimental  Alta ++++	El 80.7 % de los pacientes presento una union del 100 %, logrando una adecuada restaurion funcional
Pesciallo C, Garabano G, Montero Vincs 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 2019;84(1):15- 26.1852- 7434.2019.84.1. 853. (1)	Estudio retrospectivo observacional	24 pacientes	Estudio observacional  Medio +++	Se logró la consolidación ósea, en todos los casos, en 4.5 meses. Un paciente presentó una recidiva del proceso infeccioso a los 12 meses de la consolidación.
Ahmed Nabil Abdulazim a , Martina Reitmaier a , Henrik Eckardt. The Masquelete	Estudio Prospectivo experimental	1 paciente	Estudio experimental  Bajo ++	La tecnica de Masquelete es una opcion viable ne la caso de perdida osea traumatica del

technique in traumatic loss of the talus after open lateral subtalar dislocation- a case report. International journal os surgery case reports 65 (2019) 4-9. (10)				astrgalos, logrando union osea complota, apoyo completo y regreso a su trabajo con solo la discrepancia de 1 cm de largo de la pierna
Paul Andrzejowski, Alain Masquelet, MD, Peter V. Giannoudis, Induced Membrane Technique (Masquelet) for Bone Defects in the Distal Tibia, Foot, and Ankle: Systematic Review, Case Presentations, Tips, and Techniques, Foot Ankle Clin N Am 25 (2020) 537–586 (7)	Revision sistematica	677 casos	Revision Sistematica  Alto +++	En todos los casos se observó consolidación completa a los 2.3 a 3.6 meses después de la cirugía. Se observó en todos los pacientes mejoría clínica, excepto en uno, que desarrolló metatarsalgia de transferencia.
Rajesh Rohilla, Pankaj Kumar Sharma, Jitendra Wadhvani, Prospective randomized comparison of bone transport versus Masquelet technique in infected gap nonunion of tibia, Received: 17 February 2021 / Accepted: 2 May 2021 (2)	Estudio prospectivo experimental	25 casos	Estudio Experimental  Alto ++++	Los resultados funcionales fueron excelentes. Dichos resultados funcionales y óseos fueron comparables pero más fiables en el transporte óseo que la tecnología de Masquelet.
Zhaohui Wang, Chengyou Zou, Xiaohuan Zhan.	Estudio retrospectivo observacional	21 pacientes	Observacional descriptivo  Media	Los pacientes tuvieron un seguimiento de 16 a 26 semanas,

<p>Application of double plate fixation with masquete technique for large segmental bone defects of distal tibia: a retrospective study and literature review. Wang et al. BMC Surgery (2024) 24:103 (6)</p>			<p>+++</p>	<p>logrando apoyo completo y consolidacion osea entre 2 y 6 meses respectivamente La tecnica de masquete combinada con fijacion de doble placa es un metodo efectivo y seguro en defectos oseos grandes de tibia distal</p>
--	--	--	------------	---

## 5. DESARROLLO

La técnica de inducción de membrana “MASQUELET” es una técnica de 2 fases para reconstruir defectos óseos segmentarios causado por problemas de tipo infeccioso, tumores o traumático. El objetivo del uso es del manejo de los defectos óseo segmentarios con espaciador de cemento para evitar la invasión de tejido fibroso y proveer estabilidad mecánica mientras las lesiones de tejido blando y la infección se controlan. (3)

	Stage 1		Stage 2		
	Surgery	Convalescence	Surgery	Convalescence	
	 <p>Debridement, Fixation, PMMA Spacer Implantation</p>		 <p>Spacer Removal &amp; Morselized Bone Graft Implantation</p>		
	<p><b>Membrane Formation</b></p>		<p><b>Graft Remodeling &amp; Bone Regeneration</b></p>		
<b>Current Stage Options &amp; Considerations</b>	Fixation Type - External - Plate - Rod Spacer Antibiotics?	Duration - Infection Clear. - Chemotherapy - Soft Tis. Trauma - Environment IV Antibiotics? Repeat Surgery? - Persistent Infect.	Graft Source - Iliac Crest - Reamings Supplemental Graft? - Allograft - Synthetic Orthobiologics? - BMP2 - BMP7	Repeat Surgery? - Graft Resorption Reconsider MIMT? - Amputation	

**La primera fase o la primera cirugía**, consiste en estabilizar el hueso con fijación interna o externa y desbridar el tejido lesionado tanto óseo como blando, el defecto óseo resultante se rellena con cemento (poli-metil-metacrilato) el cual es previamente moldeado para caber en el defecto. Normalmente se agrega antibiótico. (3)

Después de que la primera cirugía es completada, se espera un tiempo a que el espaciador active una cascada de respuesta de cuerpo extraño (formación de la

membrana), esta es la clave para el éxito para que la técnica sea exitosa. Sin ella los injertos mayores de 4-6 cm no serán reabsorbidos (3)

Se ha observado un efecto positivo en el uso de antibióticos en el espaciador reduciendo la inoculación bacteriana y promoviendo una expresión osteogénica más alta. (12)

El espaciador debe estar sobre el periostio sano en los 2 finales del defecto al menos 1 cm, facilitando la formación de membrana fuera del área del defecto también el cemento puede ser invaginado dentro del canal para una mejor estabilidad, y el calor generado durante la solidificación del cemento debe de ser neutralizado con irrigación con solución salina. (12)

**La segunda fase o cirugía** se realiza en un periodo de 4 a 8 semanas posterior a la primera, aunque la realidad clínica es que esta cirugía se retrasa debido a circunstancias propias del paciente (infección, lesión de tejido blando), durante la cirugía la membrana se abre cuidadosamente de manera longitudinal y retirar el espaciador de cemento cortando los extremos de la cortical hasta el sangramiento del hueso y limpieza del canal medular.

Luego este espacio es rellenado con injerto óseo autólogo de preferencia, el cirujano decide si tomarlo de la cresta iliaca o del rimado intramedular o también si es necesario apoyarse de aloinjerto o injerto sintético. (3)

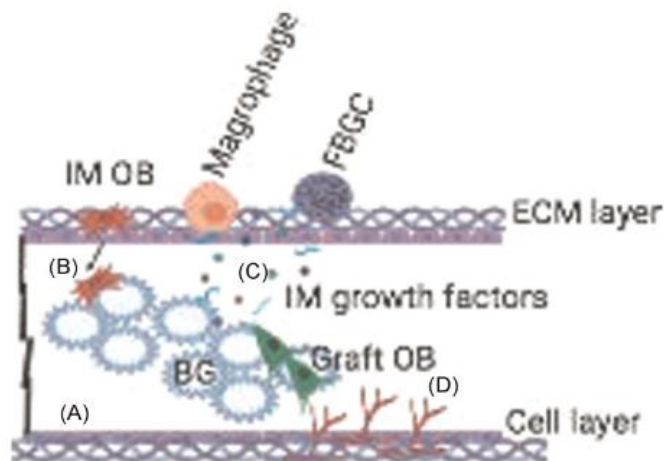
El volumen del injerto debe de ser adecuado para cubrir el defecto en su totalidad, pero no en exceso para cuidar del cierre de la membrana, cuando el injerto no es suficiente se mezcla un autoinjerto con rimado por ejemplo. (12)

Para mejorar las propiedades biológicas del injerto se pueden agregar materiales osteoinductivos y osteogénicos como el plasma rico en plaquetas o aspirado óseo de la cresta iliaca. La fijación óptima ya sea interna (placa o clavo endomedular) o externa (tutores) durante esta fase es mandataria para definir la estabilización. (12)

La mayoría de los defectos ya han sanado a las 8-12 semanas, alrededor del 86% de los adultos y el 60% de los pacientes pediátricos sanan en el curso del primer tratamiento. (3)

Existen 3 teorías acerca de la técnica de masquetelet:

- 1) La membrana puede servir como una barrera que bloquea los factores que afectan negativamente la remodelación del injerto a la vez que concentra mediadores pro-regenerativos dentro de la membrana
- 2) La otra hipótesis es que las células dentro de la membrana contribuyen a la formación de hueso o proveen factores tróficos que apoyan a la reparación del injerto.
- 3) La tercera hipótesis que la rica red de vascular que se forma invade el área de defecto y apoya la masiva necesidad del injerto de oxígeno, células, nutrientes y remover los desecho antes que la necrosis y la resorción ocurran.(3)



**FIGURE 4** Proposed mechanisms underlying MIMT success. A, The membrane induced around a PMMA spacer provides a semipermeable barrier that protects the graft from resorption. Graft to bone healing is augmented by (B) direct or (C) trophic participation of membrane-derived cells. D, The adjacent vascular-bed is primed to invade the defect and support graft to bone consolidation. These three hypotheses are not mutually exclusive and could all be at play. BG, bone graft; ECM, extracellular matrix; FBGC, foreign body giant cell; IM, induced membrane; MIMT, Masquelet's induced membrane technique; OB, osteoblast [Color figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)] (3)

La membrana está compuesta de 2 capas:

Una capa interna en contacto directo con el espaciador

Y una externa una fibrosa con fibras alineadas (3)

La composición de esta es una matriz de proteínas (como el colágeno), factores de crecimiento (IL-6, IL-8 y TNF -  $\alpha$ , y células (inmunológicas, vasculares endoteliales y osteoblastos) que contribuyen al al anabolismo esquelético. (3)

El fracaso o el éxito de la técnica de inducción de membrana, clínicamente la curación es evaluada a través de radiografías como cualquier otra lesión ósea. El tiempo de unión según diferentes estudios ha sido entre 6 a 211 semanas. (3)

La disponibilidad de de autoinjerto de alta calidad es una barrera clínica mayor para el éxito de la técnica. Por ejemplo el fosfato tricalcico, hidroxapatita y sulfato de calcio han sido incluidos en la segunda cirugía sin aditivos biológicos estas alternativas no dieron buenos resultados, el resultado de unión fue de 0 a 43%.(3)

Idealmente para comprobar el éxito de esta técnica y el grado de consolidación se deben realizar seguimiento con rx y un TAC con reconstrucción 3D, que nos podía mostrar una no unión con injerto presente o una reabsorción del injerto .(3)

En el caso de recurrencia de la infección entre las 2 fases, se realiza retiro del espaciador, degradación, extracción de la membrana y colocación de un nuevo espaciador. (12)

**TABLE I Grades of Recommendations for the Use of the Masquelet Technique**

Recommendation	Grade*
The Masquelet technique is an effective method of managing bone defects	B
Meticulous debridement of nonviable bone at both stages of the technique is important for a successful outcome	B
Preservation and incision of the IM at the second stage is important for the containment of the bone graft and its successful remodeling	B
The addition of antibiotics to the cement spacer is effective for promoting the creation of a viable IM	B
The use of a cement block instead of antibiotic beads as a defect filler at the first stage appears to be more effective for the healing of large defects	C
The optimal time for the second stage is between 4 and 8 weeks	B
Bone healing of the defect is independent of its size	C
Successful eradication of any preexisting local infection and the creation a stable mechanical environment promote revascularization of the graft material leading to osseous healing	C
Recurrence of infection requires debridement of the membrane and surrounding soft tissues and reinitiation of the technique	C

(12)

## **6) DISCUSION**

Los grandes defectos óseos segmentarios son entidades de difícil manejo para ortopedistas en todo el mundo; durante el transcurso de los años se han implementado múltiples técnicas quirúrgicas y médicas para tratar este problema que trae consigo prolongados periodos de estancia hospitalaria y consecuentemente altos índices de gastos hospitalarios y presupuesto económico para los centros asistenciales.

En este reporte se describen 10 artículos referentes a la técnica de inducción de membrana dentro de los cuales se describe pacientes adultos sin importar sexo y los cuales son mayores de edad con grandes defectos óseos secundario a traumas de alta energía o debido a proceso infecciosos.

Es por esto que a continuación se mencionan los resultados obtenidos en esta investigación donde se permite evaluar la tasa de éxito, tiempo de evolución, retorno a sus labores cotidianas diarias y complicaciones de dicha técnica. En dos estudios prospectivos experimentales se describen resultados excelentes en los que todos los pacientes sometidos al acto quirúrgico y las dos fases previamente descritas tuvieron hallazgos de consolidación ósea demostrada radiológicamente, tanto en fémur, tibia, y olecranon además de ser de utilidad para procesos infecciosos; teniendo como tal un criterio de validez alto. (11)

En otro artículo de evaluación funcional y radiológica en la mano posterior a la implementación de la técnica de inducción de membrana se evaluaron a 18 pacientes a los que se les realizó dos tiempos quirúrgicos con un promedio de 3.5 meses entre ambas mostrando en 90% de los pacientes unión ósea a los 4 meses, logrando un alto grado de funcionalidad según el score de TAM y kapanji. (5)

Ademas en otra revisión sistemática donde se tomó 427 casos de los cuales se sometieron a evaluación y donde se evidenció un índice de unión de más del 80% de los pacientes estudiados logrando así un alto índice de éxito de dicha técnica y además una tasa de éxito para pacientes con defectos óseos mas proceso infecciosos de mas

Del 90%. De estos se presentaron complicaciones en su mayoría de forma superficial solamente un 4.9% e infecciones profundas con un 4.4% del total de casos estudiados. (4)

Según el artículo de uso de técnica de membrana con uso de jaula y clavo endomedular para defectos segmentarios de tibia con defectos óseos de más de 10 cm posterior a fracturas expuestas o no uniones en el cual se estudiaron 26 casos en el que se demostró

que el 80 % de los pacientes mostraron una unión completa de tejido óseo, en un seguimiento de 18 meses aproximadamente, dichos controles fueron realizados a las 6 semanas posterior al tratamiento definitivo. (8)

Además quedó descrita la pronta recuperación y reincorporación a las actividades cotidianas de los pacientes.

En un estudio retrospectivo observacional en el cual se estudiaron 24 pacientes los cuales presentaron defectos óseos segmentarios infectados de huesos largos, siendo este un elemento importante en la evaluación y manejo definitivo para la segunda fase; sin embargo se mostró una consolidación ósea para todos los casos estudiados, En un lapso de 4.5 meses y de los cuales solamente un paciente presentó recidiva del cuadro infeccioso. (11)

La revisión sistemática más grande de dicho estudio tomó en cuenta 677 casos de los cuales se estudiaba la técnica de inducción de membrana en pacientes con defectos óseos de tibia distal, pie y tobillo, en el cual se obtuvieron excelentes resultados ya que todos los pacientes presentaron consolidación completa de la fractura en un periodo relativamente corto que va desde los 2.5 a 3 meses posterior a la cirugía, sin embargo uno de ellos presento como complicación metatarsalgia residual. (7)

Finalmente se presenta un estudio en el cual se utiliza doble placa de modo de fijación para fracturas de tibia distal para defectos óseos presentes, el cual fue un estudio retrospectivo con 21 pacientes a los cuales se les evaluó periódicamente y de los cuales solamente uno presentó recaída por proceso infeccioso el cual se dio posterior desbridación, la totalidad de los pacientes presentaron curación ósea y apoyo total al cabo de 16 a 26 semanas, evidenciando como resultado un uso apropiado de doble placa para fracturas de tibia distal. (6)

Es importante recalcar la alta tasa de éxito para el manejo de fracturas segmentarias y pacientes con problemas de no unión y procesos infecciosos, en los cuales debe ser respetado cada paso para una evolución y consolidación adecuada; con la finalidad de lograr la consolidación ósea pronta y la funcionabilidad de la extremidad afectada. Se debe tener en cuenta de igual forma el manejo de los pacientes con fractura segmentaria más un proceso infeccioso concomitante, ya que como queda plasmado en los artículos estudiados que es el principal factor de recaída en el proceso de técnica de inducción de membrana para la mayoría de casos sin importar la localización de la fractura que se está tratando. Es por esto que no se debe olvidar el desbridamiento exhaustivo inicial de tejido no viable en los pasos descritos en el presente trabajo para tener un resultado

exitoso y menos complicaciones, el uso adecuado de antibióticos, la colocación adecuada del espaciador de cemento en el primer paso y la elección correcta del injerto e implante en la etapa.

## **7) CONCLUSIONES**

La técnica de inducción de membrana es una herramienta fundamental para los ortopedistas en la actualidad, principalmente para grandes defectos segmentarios óseos y procesos infecciosos con resultados exitosos en casi el 100% de los casos en los que se implementó.

Otro factor importante a destacar es la pronta recuperación de los pacientes en cuanto a la curación ósea y recuperación de funcionalidad de la extremidad afectada, siendo así un elemento de reintegración pronta a su vida cotidiana y actividades diarias.

Es imprescindible la utilización de injerto óseo autólogo, idealmente de cresta ilíaca y el resultante de rimado con fresas endomedulares para la reincorporación y curación de la lesión.

El tiempo de recuperación completa es de 2.5 a 3 meses en todos los casos estudiados, siendo satisfactorio para la complejidad de las lesiones tratadas.

No existe material de osteosíntesis ideal para la técnica de inducción de membrana, sin embargo se menciona que la utilización de clavos endomedulares dan resultados más exitosos debido a su mayor estabilidad y a que requieren menos injerto óseo para dicha técnica.

La única contraindicación absoluta del uso de la técnica de Másquelet es el compromiso vascular de la lesión a tratar, es por esto que se vuelve un proceso ventajoso para la gran mayoría de fracturas con grandes defectos óseos.

Entre las complicaciones descritas en los artículos estudiados se presenta un sólo caso de reactivación del proceso infeccioso; mostrando la seguridad y baja tasa de resultados no deseados en este procedimiento.

No se requiere de una preparación especial para realizar esta técnica para los ortopedistas, ya que los pasos están claramente establecidos y no se exigen una habilidad adicional para ortopedas generales.

Este procedimiento implica bajos costos a las instituciones tratantes ya que acorta los días de estancia hospitalaria y en la mayoría de los casos se utiliza injerto autólogo y materiales de osteosíntesis de costo intermedio.

## **8) FUENTES DE INFORMACIÓN**

1)Pesciallo, C., Garabano, G., Vinces, A. M., Gómes, D. J., Bidolegui, F., Casteulani, A. C. (2019). Defectos óseos segmentarios infectados en huesos largos: tratamiento con técnica de Masquelet. *Revista Asociación Argentina Ortopedia y Traumatología* 2019; 84 (1): 15-26 • ISSN 1852-7434 (en línea).

2) Rohilla, R., Sharma, P. K., Wadhvani, J., Das, J., Singh, R., & Beniwal, D. (2022). Prospective randomized comparison of bone transport versus Masquelet technique in infected gap nonunion of tibia. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 142(8), 1923–1932. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-03935-8>

3) Alford, A. I., Nicolaou, D., Hake, M., & McBride-Gagy, S. (2021). Masquelet's induced membrane technique: Review of current concepts and future directions. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 39(4), 707–718. <https://doi.org/10.1002/jor.24978>.

4) Morelli, I., Drago, L., George, D. A., Gallazzi, E., Scarponi, S., & Romanò, C. L. (2016). Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury*, 47, S68–S76. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(16\)30842-7](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(16)30842-7).

5) Moris, V., Loisel, F., Cheval, D., See, L. A., Tchurukdichian, A., Pluvy, I., Gindraux, F., Pauchot, J., Zwetyenga, N., & Obert, L. (2016). Functional and radiographic evaluation of the treatment of traumatic bone loss of the hand using the Masquelet technique. *Hand Surgery & Rehabilitation*, 35(2), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2015.11.002>

6) Wang, Z., Zou, C., Zhan, X., Li, X., Ghen, G., & Gao, J. (2024). Application of double plate fixation combined with Masquelet technique for large segmental bone defects of distal tibia: a retrospective study and literature review. *BMC Surgery*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12893-024-02396-1>

7) Andrzejowski, P., Masquelet, A., & Giannoudis, P. V. (2020). Induced membrane technique (masquelet) for bone defects in the distal tibia, foot, and ankle: Systematic review, case presentations, tips, and techniques. *Foot and Ankle Clinics*, 25(4), 537–586. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2020.08.013>

8) Gavaskar, A. S., Parthasarathy, S., Balamurugan, J., Raj, R. V., Chander, V. S., & Ananthkrishnan, L. K. (2020). A load-sharing nail - cage construct may improve outcome after induced membrane technique for segmental tibial defects. *Injury*, 51(2), 510–515. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.11.031>.

9) Micev, A. J., Kalainov, D. M., & Soneru, A. P. (2015). Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity. *The Journal of Hand Surgery*, 40(3), 593–598. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.12.007>.

10) Bdulazim, A. N., Reitmaier, M., Eckardt, H., Osinga, R., & Saxer, F. (2019). The Masquelet technique in traumatic loss of the talus after open lateral subtalar dislocation— A case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, 65, 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2019.10.029>

11) Wong, T.M., Lau , T. W., Li, X., Fang, C., Yeung K., Leun, F. (2014). Masquelet technique for treatment of posttraumatic bone defect. *The Scientific World Journal*, volume 2014, Article ID 710302, 5 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/710302>

12) Masquelet, A., Kanakaris, N. K., Obert, L., Stafford, P., & Giannoudis, P. V. (2019). Bone repair using the masquelet technique. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 101(11), 1024–1036. <https://doi.org/10.2106/jbjs.18.00842>