

Membrana inducida (Membrana de Masquelet)

Técnica para el tratamiento de defectos óseos segmentarios

Dr. Carlos María Autorino

Servicio de Ortopedia y Traumatología Hospital Naval Pedro Mallo

En oportunidad del Congreso de la American Academy of Orthopaedic Surgeons desarrollado en Orlando (USA) en marzo de 2016 tuve la oportunidad de asistir a un curso de instrucción denominado "Perspectivas internacionales sobre la técnica de Masquelet para el tratamiento de defectos óseos segmentarios". Los instructores fueron: Laurent Obert, Peter Giannoudis, Alain Charles Masquelet y Paul R. Stafford. (1)

Es mi deseo compartir con los lectores de la Revista de Cirugía Reconstructiva de Cadera y Rodilla una serie de enseñanzas fundamentales sobre el procedimiento de referencia adquiridas en dicho curso.

Principio de "compartimentalización" (2-3)

En un escenario de desbridamiento, habiendo resecado un segmento esquelético en virola, se genera un **defecto segmentario no contenido**.

Experimentalmente, al ser generado un defecto óseo, se han consolidado conclusiones definitivas:

Membrana sin injerto: ineficiente

Injerto sin membrana: resorción

Injerto dentro de compartimiento delimitado por membrana: reconstrucción segmentaria

El principio reconstructivo se basa en promover condiciones locales adecuadas para configurar un **neocompartimiento** perfectamente delimitado entre los muñones óseos remanentes.

Dicho compartimiento deberá a la vez ser capaz de ser sembrado en un segundo tiempo con material bioactivo promotor de una osteogénesis (especialmente hueso autólogo aumentado eventualmente con concentrado autólogo de médula ósea, sustituto óseo o injerto alogénico). (4-5)

Se destacan por lo tanto dos requisitos:

1. El compartimiento debe tener **límites precisos** tanto circunferencialmente cuanto en las bases de implantación en ambos muñones óseos.
2. La pared interior del compartimiento debe poseer **condiciones biológicas fértiles** para la recepción

del injerto. Al desbridar, se procurará evitar el empleo de electrobisturí con el objetivo de preservar del efecto de necrosis térmica a los planos tisulares remanentes.

Estabilización "PRIMERO FIJAR"

Al haberse generado una brecha es menester estabilizar el foco prefiriendo un sistema que aporte seguridad mecánica.

Espaciador. Tubulación. "LUEGO ESPACIAR"

Un clavo intramedular revestido con cemento quirúrgico cumplirá el rol de tutor alrededor del cual se conformará la pared interior de la membrana inducida.

Se preferirá emplear cemento sin adición antibiótica o la adición exclusivamente de gentamicina, fundamentando tal estrategia en el hecho que **la generalidad de los antibióticos limita la génesis focal de factores de crecimiento**.

Gentamicina	Compromiso de la membrana menor. Cobertura antibiótica ajustada.
Clindamicina/Tobramicina	Compromiso de la membrana mayor. Cobertura antibiótica menor.

El cemento será implantado cuando se halle en "punto de pasta".

Es detalle de técnica fundamental que el cemento cubra periféricamente las extremidades óseas, de modo tal que la membrana inducida avance sobre las mismas unos 2 cm. Se procura así facilitar la integración del

injerto en los muñones esqueléticos reduciendo el riesgo de la no unión.

Dicho de otro modo: el compartimiento delimitado por la membrana inducida no termina "a plano" en la sección de corte de los muñones sino que avanza sobre ellos lo suficiente para que los extremos óseos se alojen dentro de la cavidad del neocompartimiento o neotubo.

Aporte biológico (6-7)

Alrededor de la tercera semana se registran los mayores niveles de factores de crecimiento y de células troncales adultas (*stem cells*) en la membrana. Es razonable comprender que en dicha etapa se han generado las condiciones biológicas ideales para la siembra del injerto.

Se expone el espaciador mediante incisión longitudinal de la membrana inducida. Se procede a remover el espaciador, preservando la membrana a modo de manguito. Al igual que en la preparación del lecho se debe evitar el empleo de instrumental que promueva la necrosis tisular (termocauterío).

El aporte biológico ideal es el autoinjerto esponjoso fragmentado en piezas de hasta 3 mm (crestas ilíacas, "a la demanda", aumentado por el material obtenido mediante fresado intramedular aplicando instrumentación específica, ej.: Reamer-Irrigator-Aspirator System o R.I.A.).

La proporción recomendada entre el hueso esponjoso autólogo y el material de aumentación (aloinjerto, sustituto, concentrado autólogo de médula ósea) es de 3:1, es decir que cada tres partes de hueso esponjoso

autólogo es posible adicionar una parte de material para aumentación. Masquelet aclara explícitamente que dicha proporción es una noción empírica ("*this is an empirical notion*").

Se consideran detalles de técnica fundamentales: a) el cierre en bloque de la membrana y de los tejidos circundantes y b) el drenaje focal ya que es mandatorio evitar el hematoma.

Consolidación. Capacidad de carga.

En circunstancia de evolución favorable, se faculta la carga parcial entre el 4° y el 5° mes y la carga completa entre el 6° y el 8° mes.

Factores de mal pronóstico

Es necesario identificar **predictores** de pronóstico desfavorable ("*Host biology must be addressed*"):

Locales - "VIR"

Condición oligovascular de las extremidades óseas
Infección
Radioterapia previa

Generales - "Un diabético malnutrido fumaba, se inflamaba y suprimía su vitamina"

Diabetes	-
Nutrición	Albuminemia menor a 3,5 g/dL; Zn menor a 95 µg/dL
Tabaquismo	-
Antiinflamatorios	Administración prolongada.
Inmunosupresión	Etiología farmacológica y/o etiológica.
Vitamina D	Menor a 30 ng/ml

Bibliografía Recomendada

1. Obert L, Giannoudis P, Masquelet A, Stafford P. International perspectives on the Masquelet technique for the treatment of segmental defects in bone. Lecture presented at; 2016; Orlando, Florida.
2. Klaue K, Knothe U, Anton C, Pflugler D, Stoddart M, Masquelet A et al. Bone regeneration in long-bone defects: tissue compartmentalisation? In vivo study on bone defects in sheep. *Injury*. 2009;40:S95-S102.
3. Masquelet A, Begue T. The Concept of Induced Membrane for Reconstruction of Long Bone Defects. *Orthopedic Clinics of North America*. 2010;41(1):27-37.
4. Masquelet A, Fitoussi F, Begue T, Muller G. Reconstruction of the long bones by induced membrane and spongy autograft. *Ann Chir Plast Esthet*. 2000;45:346-353.
5. Pelissier P, Masquelet A, Bareille R, Pelissier S, Amedee J. Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone regeneration. *Journal of Orthopaedic Research*. 2004;22(1):73-79.
6. Giannoudis P, Faour O, Goff T, Kanakaris N, Dimitriou R. Masquelet technique for the treatment of bone defects: Tips-tricks and future directions. *Injury*. 2011;42(6):591-598.
7. Pelissier P, Martin D, Baudet J, Lepreux S, Masquelet A. Behaviour of cancellous bone graft placed in induced membranes. *British Journal of Plastic Surgery*. 2002;55(7):596-598. 1) Laurent Obert, Peter Giannoudis, Alain Charles Masquelet & Paul R. Stafford

Defecto óseo diafisario: una modificación de la técnica de Masquelet

Adrián Mejail, Horacio Caviglia

Hospital de Agudos Juan A. Fernández

Contacto: adrianmejail@hotmail.com

Nivel de evidencia: V

Tipo de estudio: reporte de un caso

Conflicto de intereses: declaramos no tener conflictos de intereses para este caso.

Introducción

Las fracturas con pérdida significativa de capital óseo son poco frecuentes y su enfoque terapéutico es difícil. En un estudio realizado en Edimburgo, la incidencia de fracturas con defectos óseos fue de tan solo 0,4% entre la totalidad de fracturas, siendo la incidencia mayor (11,4%) si las fracturas son expuestas. (1) Para tratar tales casos, fueron descritas numerosas técnicas quirúrgicas, destacando las siguientes: amputaciones, microcirugía con injerto vascularizado de peroné, injertos óseos masivos, tutores externos con acortamiento y transporte óseo.

En la presente comunicación se presentará una variante técnica del procedimiento de la membrana inducida de Masquelet, ya que en vez de implantar injerto óseo de esponjosa se utilizó hidroxiapatita coralina. La hidroxiapatita coralina es un biomaterial poroso originado en los corales marinos; por medio de un proceso de intercambio hidrotermal, es posible transformar el carbonato de calcio de los esqueletos en fosfato de calcio. La hidroxiapatita coralina es un material osteoconductor que casi no se reabsorbe y posteriormente se osteointegra.

Otro elemento original del caso que se presenta es que, además de la membrana inducida, la contención del injerto fue procurada por una malla de Prolene que

se extendía tres centímetros más allá de los bordes de la pérdida de sustancia.

Caso clínico

Paciente de sexo masculino de 20 años de edad que ingresó al servicio de emergencias en enero de 2006 derivado de otro centro con antecedentes de un accidente vial con fractura expuesta de fémur izquierdo (Gustillo III A).

Se practicó el desbridamiento sistemático y se identificó un segmento de hueso de aspecto necrótico de aproximadamente 6-8 cm de longitud, el cual fue resecado. Se estabilizó el foco aplicando un tutor externo (fig. 1). A las 48 horas se realizó un nuevo desbridamiento y se obtuvieron piezas quirúrgicas para cultivo. Se confeccionó un espaciador de cemento adicionado con vancomicina. Los cultivos fueron negativos y la evolución clínica del paciente fue favorable; en tal condición el paciente fue externado.

Se programó el reingreso a la sexta semana en el que se retiró el tutor, se tomaron nuevas muestras de cultivo y se le colocó una tracción transtibial por 48 horas. Posteriormente, se retiró el espaciador reconstruyendo el defecto óseo mediante relleno con hidroxiapatita coralina y sangre autóloga obtenida por punción-aspiración de la cresta ilíaca. Al comprobarse

que la síntesis del manguito de la membrana era insuficiente, se completó la configuración del estuche confeccionando artesanalmente una malla de Prolene cubriendo prolijamente a los extremos esqueléticos (3 cm a distal y 3 cm a proximal), logrando la contención del material injertado. Se suturaron la membrana inducida y la malla con sutura continua de Prolene. Se estabilizó el foco fracturario con técnica de doble placa (fig. 2): una placa larga lateral y una placa corta antirotatoria por vía anterior, ambas de bajo contacto (Synthes NR). El paciente fue externado luego de una semana. Se le autorizó carga parcial a los dos meses y carga total a los nueve meses. Retornó a su trabajo al año con carga total.

En un control tomográfico en abril de 2008, se detectó la ruptura de los dos tornillos distales de la placa lateral. Si bien no se identificaron signos de aflojamiento de la placa lateral o anti rotatoria, en esta etapa ya se apreciaba la formación de callo óseo en la imagen tomográfica (fig. 3), manteniendo 5 tornillos distales al callo resultando un total de 10 corticales estabilizadas a la placa (fig. 3B). En marzo de 2012 (6 años después) se le realizó un control clínico e imagenológico (fig. 4): el paciente estaba asintomático y se había reconstruido el capital óseo con remodelado neocortical, medular y resabios de la hidroxiapatita (fig. 5).

Discusión

En la técnica de Masquelet el espaciador de cemento de polimetilmetacrilato tiene dos funciones:

1. una **mecánica**, de soporte estructural, manteniendo la continuidad y la longitud del segmento esquelético a su vez evitando la invaginación tisular.
2. otra **biológica**, en base al rico contenido vascular y su rol bioactivo. (2-4)

Esta membrana actúa promoviendo grupos de factores inductores vasculares y ontogénicos para promover la formación de un callo óseo adecuado.

El caso presentado ejemplifica la importancia de que el espaciador de cemento sea de mayor calibre que el hueso del paciente y que a la vez rodee por fuera a los extremos proximal y distal del mismo para lograr la formación adecuada de una membrana.

Si se rompiera la membrana o resultara insuficiente para configurar un cilindro al cierre, la adición de una malla de Prolene es un método adecuado para contener al injerto implantado. La hidroxiapatita podría ser usada conjuntamente con la sangre asociada de la punción de médula ósea de cresta ilíaca en caso que el volumen de injerto óseo autólogo sea insuficiente.

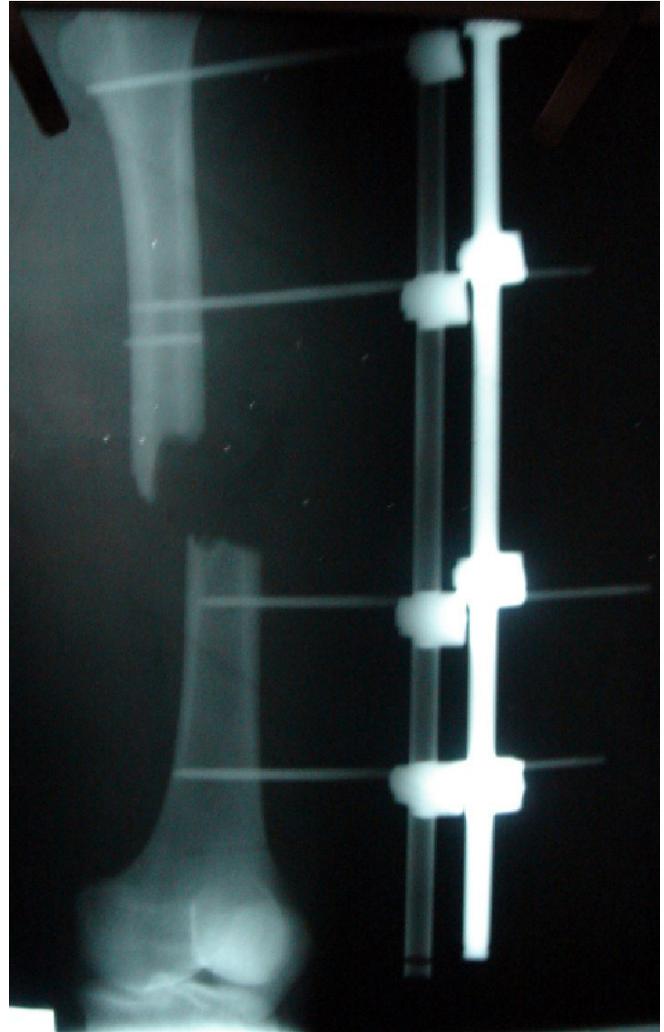


Figura 1.: Primera limpieza quirúrgica profunda. Se observa el defecto óseo y la colocación del tutor externo..



Figura 2.: Control postoperatorio al mes. Se puede observar la doble placa colocada y la colocación de la hidroxiapatita en el defecto.

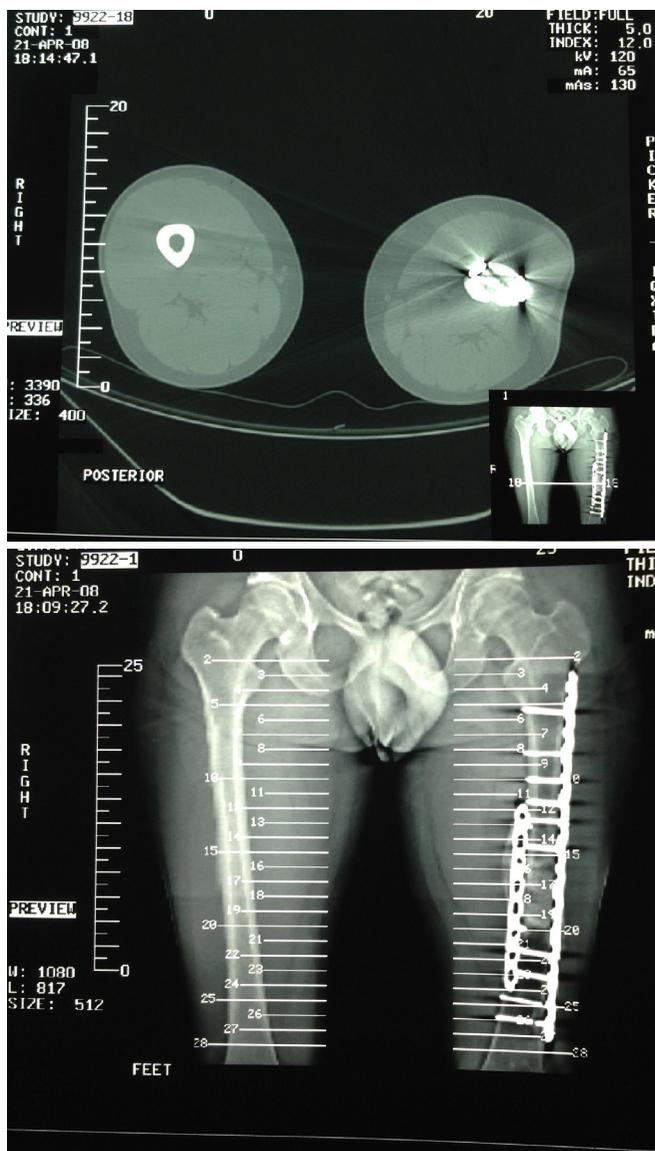


Figura 3: TAC a los 2 años de la realización de la cirugía definitiva. 3A: Se puede observar el callo óseo en la parte posterior y a medial de las placas metálicas. 3B: Escanograma tomográfico que muestra la ruptura de los tornillos distales de la placa lateral con fijación del resto de los tornillos que toman 10 corticales.



Figura 4: Radiografía a los 6 años que muestra la formación de un callo óseo.

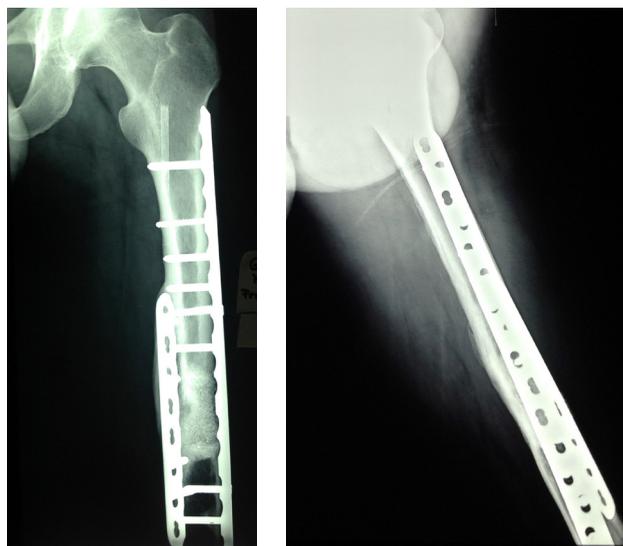


Figura 5: Radiografía a los 10 años (actuales) que confirma la formación de callo óseo.

Bibliografía

1. Keating J. The management of fractures with bone loss. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*. 2005;87-B(2):142-150.
2. Assal M, Stern R. The Masquelet Procedure Gone Awry. *Orthopedics*. 2014;37(11):e1045-e1048.
3. Pelissier P, Masquelet A, Bareille R, Pelissier S, Amedee J. Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone regeneration. *Journal of Orthopaedic Research*. 2004;22(1):73-79.
4. Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, Muller GP. Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft. *Ann Chir Plast Esthet*. 2000 Jun;45(3):346-53.