

Papel del biovidrio en el tratamiento de la osteomielitis focal crónica.

DOI: <http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCV20222905740>

ORTEGA YAGO A, ARGÜELLES LINARES F, BAEZA OLIETE J.

HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE VALENCIA

Resumen

El biovidrio surge como alternativa al tratamiento clásico en dos tiempos de la osteomielitis focal crónica. Permite la erradicación de la infección en un solo acto quirúrgico sin necesidad de añadir antibiótico local gracias a su mecanismo de acción, facilitando el relleno del defecto óseo residual tras el desbridamiento. Se realizó una revisión retrospectiva de 29 pacientes tratados con biovidrio con el objetivo de analizar los resultados y complicaciones secundarias. Se observó una mejoría significativa de los parámetros analíticos consiguiendo erradicar la infección en el 80% de los pacientes. El 31% presentaron supuración serosa, con resolución espontánea de la misma en el 55% de los pacientes en los 7 primeros días tras la intervención quirúrgica. Por tanto, el biovidrio es eficaz frente a múltiples microorganismos con buenos resultados en cuanto a la tasa de recurrencia y pocas complicaciones, si bien se requieren estudios a largo plazo para confirmar estos resultados.

Palabras clave: Vidrio bioactive, Osteomielitis focal crónica

Summary

Bioactive glass emerges as an alternative to the classic two-stage treatment of chronic focal osteomyelitis. It allows the eradication of the infection in a single surgical act without the need to add a local antibiotic thanks to its mechanism of action, facilitating the filling of the residual bone defect after debridement. A retrospective review of 29 patients treated with bioactive glass was carried out in order to analyze the results and secondary complications. We observed a significant improvement in the analytical parameters, with complete remission of the infection in 80% of the patients. 31% showed wound serum leakage with spontaneous resolution in 55% of patients in the first 7 days after surgery. Therefore, bioactive glass is effective against multiple microorganisms, with good results in recurrence rate and few complications, even though long-term studies are required to confirm these results.

Keywords: Bioactive glass, Chronic focal osteomyelitis

Correspondencia:

Dra. Amparo Ortega-Yago

Email: ortegayago94@gmail.com

Fecha de recepción: 22 marzo de 2022

Fecha de aceptación: 30 de mayo de 2022

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de la osteomielitis crónica (COM) sigue siendo un desafío y un reto para el traumatólogo debido a la precaria vascularización, la presencia de hueso y tejidos necróticos, así como a la existencia de sequestratos óseos que dificultan la penetración del antibiótico y dificultan la erradicación de la infección. El tratamiento de esta patología, a menudo, da como resultado grandes defectos óseos, difíciles de manejar. El manejo del espacio muerto y el relleno adecuado del defecto son esenciales para un tratamiento exitoso¹⁻³.

Por lo que hace referencia a la etiología, en adultos, la causa más frecuente de osteomielitis es la postraumática, seguida de la postquirúrgica, a diferencia de lo que ocurre en los niños, cuya causa más frecuente es la colonización del hueso por vía hematogena⁴. Son numerosos los factores predisponentes, entre los que se encuentran las alteraciones vasculares, la diabetes, y el tabaquismo^{5,6}.

Existen diferentes opciones terapéuticas para cubrir el defecto óseo que se produce tras el desbridamiento óseo, entre los que se incluye la técnica de Masquelet, el transporte óseo basado en la técnica clásica de Ilizarov, con injertos óseos y colgajos y el tratamiento con curetaje y relleno del defecto óseo con diferentes portadores de antibiótico (carriers), como son el cemento óseo con PMMA (polimetilmetacrilato), el sulfato cálcico^{7,8}.

Desde que su aplicación descrita por primera vez por Bucholz en los años 70, los antibióticos se administran a nivel local en las infecciones óseas a través del cemento óseo. El PMMA (polimetilmetacrilato) con antibiótico ha sido uno de los métodos más utilizados, permitiendo liberar elevadas dosis de antibiótico en las primeras 48 horas⁹. Sin embargo, el uso de PMMA como carrier tiene algunos inconvenientes; por un lado, presenta un perfil de elución no predecible, pudiendo alcanzar concentraciones de antibiótico por debajo de la concentración mínima inhibitoria (CMI), lo que favorece la creación de resistencias bacterianas y por otro la necesidad de una segunda intervención para retirarlo^{9,10}.

Con el fin de evitar las deficiencias y desventajas que presenta el PMMA se han descrito materiales capaces de actuar como medio de transporte de antibióticos que se reabsorben in situ. Los sustitutos óseos son una alternativa eficaz al cemento, dado que tienen una disponibilidad ilimitada y además no tienen riesgo de transmisión de enfermedades, a diferencia de los injertos óseos. La adición de antibiótico permite obtener concentraciones altas del mismo a nivel local con mínima toxicidad sistémica. Los sustitutos óseos más utilizados son los compuestos cálcicos y el biovidrio^{11,12}.

Por lo que hace referencia a los compuestos cálcicos, el sulfato cálcico es el más utilizado como carrier de antibióticos. El sulfato cálcico es una cerámica biodegradable formada por sulfato cálcico semihidratado que se puede mezclar fácilmente con distintos antibióticos tanto líquidos (Gentamicina/Tobramicina) como en polvo (Vancomicina), transformándose en unos gránulos que permiten el relleno de defectos estructurales. Presenta un

perfil de elución predecible y un tiempo de reabsorción óptimo de alrededor 6 semanas, pero sus principales inconvenientes son que no aportan soporte estructural debido a su rápida hidrólisis, y el exudado a través de la herida quirúrgica¹³⁻¹⁵.

Los biovidrios son sólidos de elevado desorden estructural, muy reactivos con composiciones plenamente compatibles con el cuerpo humano. El más utilizado es el BAG S53P4, compuesto en un 53% por dióxido de Silicio, 23% de Óxido de Sodio, 20% de Óxido de Calcio, y un 4% de Anhídrido Fosfórico, de manera que el porcentaje de cada uno de ellos determinará sus principales propiedades. Presentan actividad antibacteriana, osteoconductor, osteoestimuladora y angiogénica, lo que lo hace idóneo para tratar defectos óseos¹⁶.

El biovidrio facilita la osteointegración y estimulación del hueso, ya que al entrar en contacto con los fluidos corporales libera iones, formando una capa de gel de sílice, que atrae calcio y fósforo, de manera que el fosfato cálcico precipitado cristaliza en hidroxiapatita natural¹⁷. Esta superficie recién formada fomenta la fijación del hueso y la osteointegración. Presenta un papel osteoconductor, brindando soporte para los osteoblastos durante la formación ósea. De esta forma, el hueso crece sobre y entre los gránulos de biovidrio. También tiene un papel osteoestimulador, ya que juega un papel activo en el reclutamiento de células osteogénicas (aumentando la velocidad de remodelación del hueso) y la activación de genes específicos en células osteogénicas, como respuesta a la activación de los iones. Finalmente, tiene un perfil de resorción y remodelación ósea. Es un material reabsorbible, en este caso y a diferencia de los compuestos cálcicos de forma lenta durante varios años, lo que ofrece tiempo suficiente para la regeneración ósea. Además, induce una sustitución celular alta mediante la estimulación simultánea de la actividad de los osteoblastos y osteoclastos¹⁸⁻²⁰.

También tiene actividad antibacteriana, ya que, por un lado, la liberación de sodio y otros iones desde la superficie del vidrio induce un incremento del pH, favoreciendo un ambiente alcalino desfavorable para las bacterias, y por otro lado aumentan la presión osmótica, lo que inhibe la adhesión y colonización de las bacterias en la superficie de los gránulos. Por este motivo, el biovidrio es un método eficaz para el relleno de cavidades óseas en el tratamiento de la osteomielitis crónica. Presenta una ventaja añadida frente a otros sustitutos óseos, y es que no requiere la retirada del mismo, evitando por tanto la necesidad de una segunda intervención, disminuyendo la morbilidad de otros procedimientos quirúrgicos²¹.

Se ha descrito su eficacia frente a los microorganismos que frecuentemente afectan al hueso, así como también frente a *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MARSA) y *S. epidermidis* resistente a la meticilina (MERSE)^{8,22}.

El objetivo de este estudio es analizar los resultados obtenidos en pacientes con osteomielitis subaguda y crónica focal tratados mediante desbridamiento, curetaje y relleno del defecto óseo con Biovidrio.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realiza un estudio retrospectivo, analítico, unicéntrico y comparativo de 29 pacientes con edad superior a 18 años con osteomielitis crónica confirmada clínica y radiológicamente, intervenidos en nuestro servicio entre 2014 y 2021. Todos los pacientes presentaron un seguimiento tanto clínico como de los parámetros de laboratorio superior a 6 meses. Se excluyeron del estudio aquellos pacientes con focos segmentarios de osteomielitis, artritis séptica asociada, o con un seguimiento menor a un año.

En todos los pacientes se realizó un desbridamiento quirúrgico agresivo, curetaje del foco de osteomielitis y relleno del defecto óseo con biovidrio (BonAlive S53P4). A todos los pacientes se le asoció un tratamiento antibiótico, inicialmente intravenoso con una duración mínima de dos semanas y posteriormente por vía oral durante 6 semanas más. Se obtuvieron datos demográficos (edad, sexo, localización, motivo de la osteomielitis, microorganismo causal, cirugías previas con biovidrio, estancia hospitalaria), clínicos (fístula o no, supuración con biovidrio, estado de la herida) radiológicos (resolución osteomielitis radiográfica), parámetros de laboratorio (VSG y PCR previa y postquirúrgica) y tasa de recurrencia.

Todos los pacientes presentaron un examen clínico completo preoperatorio, analíticas con reactantes de fase aguda (VSG y PCR) y estudio radiológico (radiografía, TC y RM). El procedimiento quirúrgico consistió en realizar una incisión sobre el foco de osteomielitis, cuidadosa disección de las partes blandas y exposición del hueso, osteotomía y formación de una ventana ósea con ayuda de fluoroscopia intraoperatoria, para luego realizar un desbridamiento del foco de osteomielitis, previa toma de muestras para envío a microbiología (de 5 a 8) (Fig. 1 y 2). Tras un lavado abundante con suero fisiológico, se rellenaba el defecto óseo por completo con biovidrio (BAG S53P4) (Fig. 3).



Figura 1, 2 y 3: Imagen intraoperatoria, donde se observa el estado de la pierna de forma previa con la fístula, así como el defecto óseo tras el legrado intraoperatorio, y posterior relleno con biovidrio.

En todos los pacientes se realizó fistulectomía y desbridamiento cuidadoso de las partes blandas. La intervención se realizó de forma conjunta con el servicio de cirugía plástica en aquellos pacientes que presentaban un mal estado de la piel y de las partes blandas, así como aquellos que requerían de cobertura cutánea (Fig. 4 y 5).

Al alta, los pacientes recibían entre 6 y 12 semanas de antibioterapia oral según las indicaciones de la unidad de enfermedades infecciosas de nuestro hospital. Inicialmente se administraba antibiótico intravenoso durante un mínimo de 2 semanas y posteriormente oral durante 6 semanas hasta cumplir un mínimo de 6 semanas en total.

Los pacientes se siguieron durante el ingreso hospitalario, y tras el alta fueron revisados en consultas externas al mes, a los tres meses, a los seis meses, al año, año y medio y dos años, con radiografías (Fig. 6) y analítica que incluía reactantes de fase aguda. De igual forma, la unidad de enfermedades infecciosas realizó un seguimiento de los pacientes, con analíticas en la semana 4, 8, 12 y a los 6 meses. Algunos pacientes precisaron de un seguimiento más allá de los dos años debido a las comorbilidades previas que presentaban.

Se utilizó el programa estadístico R Commander v3.4.3. Se determinó si los parámetros seguían una distribución normal mediante el test de Lilliefors. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$. Se aplicaron variables no paramétricas como el test de U-Mann Whitney.



Figura 4, 5 y 6: se observa el colgajo de gemelo medial realizado para cubrir el defecto de partes blandas. Tras los 6 meses de la intervención, se observa la persistencia de los gránulos de biovidrio en la radiografía.

RESULTADOS

Características de los pacientes

Se incluyeron 29 pacientes que cumplían los criterios de inclusión. La media de edad de los pacientes era de 52 años (22 hombres, 7 mujeres). Todos los pacientes fueron intervenidos mediante un único acto quirúrgico (Tabla I).

Edad	52 ± 16
ASA	ASA 1: 8 ASA 2: 17 ASA 3: 3 ASA: 1
Sexo	22 hombres 7 mujeres
PCR previa	33.34 ± 45 mg/L
PCR postquirúrgica	5.4 ± 4.8 mg/L
VSG previa	31.5 ± 27 mg/L
VSG postquirúrgica	12.7 ± 11.5 mg/L

Tabla I: resumen de datos demográficos y analíticos de los pacientes.

Características de la infección

De los 29 pacientes, 27 (93%) presentaban osteomielitis crónica, mientras que 2 pacientes debutaron de forma subaguda. 21 pacientes (74%) presentaron fístula activa previa a la cirugía. La localización más frecuente de la osteomielitis fue la tibia (19 pacientes), seguido del fémur (7 pacientes) y del calcáneo (3 pacientes). Con respecto a la etiología, en 20 pacientes la causa fue como secuela traumática, 3 pacientes sufrieron una infección tras la retirada de material de osteosíntesis, en 2 pacientes la causa fue por diseminación hematológica, un paciente como consecuencia de una infección periimplante y finalmente, en un paciente la osteomielitis apareció como consecuencia de un tratamiento con alargamiento de ambos miembros inferiores mediante fijador externo tipo hexápodo (Fig. 7).

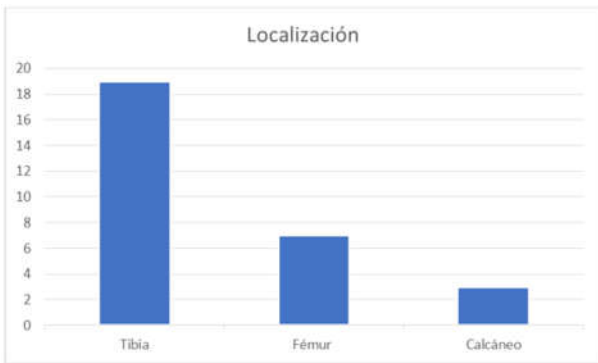


Figura 7: localización de la osteomielitis.

Los gérmenes más frecuentemente aislados fue el *S. aureus* metilicilina sensible (34% de los casos) seguido de *S. aureus* metilicilina resistente (18%). En el 18% de los pacientes el cultivo fue polimicrobiano, al igual que en otro 18% la infección era debida a *P. aeruginosa*, *Staphylococcus pettenkoferi* (4%), *Enterococcus faecalis* (4%), *Cutibacterium acnes* (4%) y *Citrobacter koseri* (4%) (Fig. 8).

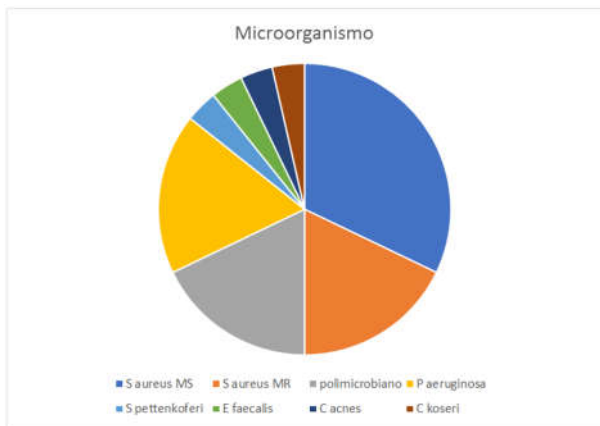


Figura 8: distribución de microorganismos aislados en cultivos

Características de laboratorio

El valor medio prequirúrgico de la VSG fue de 31.5 ± 27 mg/L y el de la PCR de 33.34 ± 45 mg/L. El valor medio postquirúrgico de la VSG descendió a 12.7 ± 11.5 mg/L y el de la PCR a 5.4 ± 4.8 mg/L. Se observó una clara mejoría de la PCR postquirúrgica con respecto a la prequirúrgica ($p=0.001$) (Fig. 9), al igual que con la VSG post y prequirúrgica ($p=0.003$) (Fig. 10).

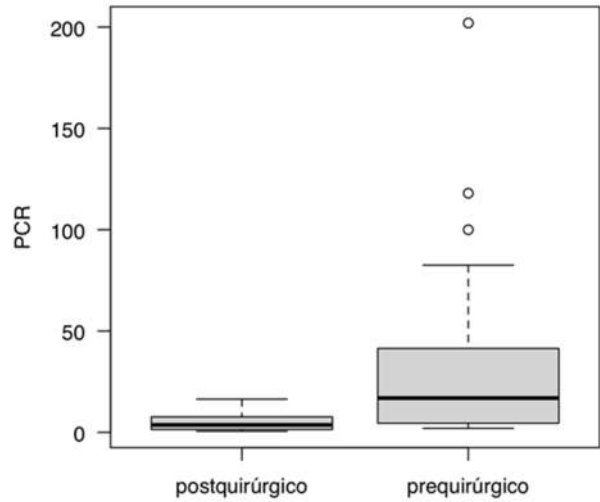


Figura 9: Valores medios prequirúrgicos y postquirúrgicos de la PCR, con mejoría significativa tras la intervención quirúrgica ($p=0.001$).

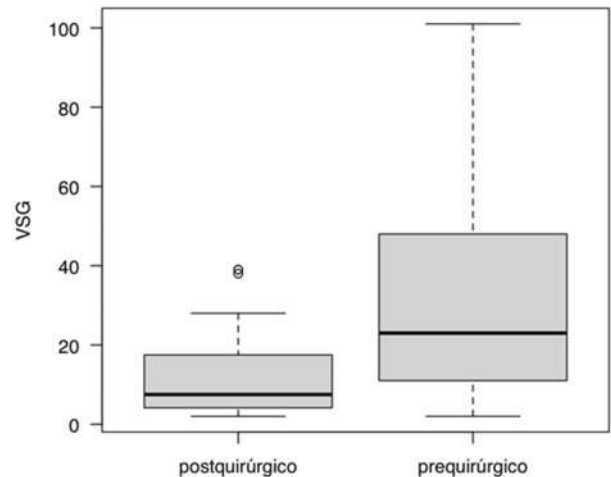


Figura 10: Valores medios prequirúrgicos y postquirúrgicos de la VSG, con mejoría significativa tras la intervención quirúrgica ($p=0.003$).

Resultados quirúrgicos

La estancia media hospitalaria fue de 20 días, y 13 pacientes (45%) requirieron la intervención del equipo de cirugía plástica por complicaciones derivadas de las partes blandas.

El volumen medio implantado de biovidrio fue de 21.83 ± 6 cc. La duración media del tratamiento antibiótico fue de 10.8 ± 13 semanas. El seguimiento medio de los pacientes fue de 43 meses. El 80% de los pacientes intervenidos con biovidrio no sufrieron recurrencia de su infección durante el tiempo seguimiento de este estudio, si bien un 31% de los pacientes tuvieron drenaje seroso a través de la herida quirúrgica durante las 2 primeras semanas en mayor o menor medida (Tabla II).

Seguimiento medio en meses	43 \pm 25 meses
Estancia hospitalaria media	20 \pm 7 días
Cantidad de biovidrio necesitada	21.83 \pm 16 cc
Media tratamiento antibiótico intravenoso	10.8 \pm 13 semanas
Colgajos cirugía plástica	13 pacientes
Supuración herida quirúrgica	9 pacientes
Complicaciones	8 pacientes - Dehiscencia herida: 1 paciente - Fístula: 4 pacientes - Expulsión biovidrio: 1 paciente - Problemas con el colgajo: 2 pacientes
Recurrencia	6 pacientes

Tabla II: resumen de resultados quirúrgicos y complicaciones de los pacientes.

Complicaciones

8 pacientes presentaron complicaciones durante el seguimiento (27.5%). Un caso presentó una dehiscencia de la herida quirúrgica, motivo por el cual se tuvo que reintervenir, desbridándose e implantando de nuevo biovidrio. Otro paciente presentó un fracaso del tratamiento quirúrgico en forma de extrusión del biovidrio, negándose posteriormente a una reintervención y, por tanto, optando por un tratamiento supresor. Dos pacientes requirieron diversas coberturas por parte de cirugía plástica tras la primera intervención, realizándose un colgajo libre por complicaciones del mismo. Finalmente, cuatro pacientes presentaron recidiva de la fístula con la que debutaron inicialmente, requiriendo tres de ellos una nueva intervención, mientras que en el paciente restante se optó finalmente por un tratamiento inmunosupresor debido al microorganismo aislado (*Candida albicans*) y a las importantes comorbilidades que asociaba.

De los 29 pacientes, 6 sufrieron recurrencia de la infección, requiriendo 5 de ellos una nueva intervención quirúrgica de desbridamiento.

DISCUSIÓN

El tratamiento de la osteomielitis crónica sigue siendo un desafío para el cirujano ortopédico. Durante los últimos años se han desarrollado y estudiado distintos biomateriales que permitan actuar como medio de transporte de diferentes antibióticos, para realizar un correcto tratamiento local de la infección y reconstrucción del defecto óseo resultante tras el desbridamiento²³.

Actualmente, el protocolo de tratamiento más utilizado y generalizado es la cirugía en dos etapas, utilizando PMMA

cargado con antibiótico local a altas dosis y combinado con antibioterapia intravenosa. Aunque este método clásico es ampliamente aceptado por la literatura tiene tres desventajas: dificultad para calcular con exactitud el tiempo de liberación del antibiótico, la creación de resistencias al antibiótico si se mantiene durante mucho tiempo por la creación de biofilm en la superficie del cemento, y además se requiere de una segunda cirugía para extraer el PMMA, lo que aumenta la comorbilidad de los pacientes²⁴. Se ha visto que la tasa de recurrencias con el PMMA puede variar desde un 8% hasta un 21.2% en las osteomielitis crónicas según lo publicado anteriormente^{25,26}.

Debido a estos inconvenientes del PMMA, existe un mayor interés en el desarrollo de materiales portadores que se reabsorban in situ, con el fin de evitar las deficiencias y desventajas de éste.

El biovidrio asociado al uso de tratamiento antibiótico intravenoso ha demostrado ser una alternativa eficaz en el tratamiento de las osteomielitis, ya que éste posee propiedades antibacterianas y osteoconductoras²⁷⁻³⁰. De Giglio et al observaron que la resolución de la osteomielitis crónica tratada con el biovidrio y antibiótico intravenoso fue significativamente mayor que aquellos pacientes intervenidos con procedimientos convencionales, con un 81% menos de probabilidad de necesitar tratamientos antibióticos adicionales³¹.

La localización más frecuente de la osteomielitis fue la tibia, seguida por el fémur y el calcáneo, datos similares a los encontrados en otros estudios³⁰. El microorganismo más frecuente fue el *S. aureus*, seguido por las infecciones polimicrobianas. Esto también se observó en la revisión sistemática realizada por Bigoni et al³², en la que el microorganismo más frecuentemente detectado fue el *S. aureus*. Cabe destacar el aumento creciente de osteomielitis causadas por microorganismos gram negativos, así como de infecciones polimicrobianas³³.

Todos los pacientes fueron intervenidos en un único acto quirúrgico, y no se añadió en ningún caso antibiótico de forma local, como en el resto de estudios revisados³⁴ con la finalidad de valorar la eficacia antimicrobiana del biovidrio. Con respecto a los parámetros de laboratorio, en nuestro estudio se observó una mejoría significativa tanto de la VSG como de la PCR tras la intervención quirúrgica. Esto se correlaciona con otros estudios, donde se observó también un descenso de ambos parámetros analíticos durante el seguimiento³⁴. La media hospitalaria (20 días) fue mayor con respecto al trabajo de Romanó et al³⁵, sin embargo, no se excluyeron en nuestro estudio aquellos pacientes que requirieron de reparación de las partes blandas por el servicio de cirugía plástica y que, por tanto, tuvieron una mayor estancia hospitalaria por los cuidados de las partes blandas que requieren estos procedimientos.

La infección fue erradicada en un 80% de los pacientes (23 pacientes). Estos datos son similares a los encontrados en otros estudios, en los que la tasa de curación oscilaba entre un 86-96%^{24,34,36}. Aunque nuestra tasa de curación es menor a otros trabajos, cabe destacar que la media de nuestro seguimiento era de 43 meses, a diferencia de los

31 meses de Lindfors et al²⁸, los 21 meses de Romanò et al³⁵, o Drago et al³⁶, los cuales presentaba una media de seguimiento de 18 meses. Al ser nuestro seguimiento más prolongado, la tasa de complicaciones a largo plazo fue mayor que en otras cohortes. Es difícil saber si la infección es de novo o simplemente una recurrencia de la osteomielitis previa. Se postula que un llenado insuficiente de la cavidad puede llevar a la formación de un hematoma que puede facilitar la infección^{22,28,35}. En nuestro caso, la media de biovidrio introducida en estos pacientes fue de 15.5 cc, lejos de la media utilizada en los pacientes de otros trabajos, (21.8 cc), lo cual podría justificar la recurrencia de la infección, si bien se requieren más estudios para confirmar o descartar esta posibilidad.

Un 27% de nuestros pacientes sufrieron complicaciones durante el seguimiento. Estos datos son similares a otras cohortes²⁴. Drago et al³⁶ y Lindfors²⁴ también tuvieron dos complicaciones relacionadas con el flap debido a la necrosis de la piel. Es importante recalcar, que en muchas ocasiones estos pacientes requieren de múltiples reintervenciones por parte de cirugía plástica debido a las comorbilidades que presentan y a la dificultad para la viabilidad del injerto o colgajo en pacientes con mucha patología de base. Es vital para el éxito del tratamiento realizar un desbridamiento radical para permitir eliminar todo el tejido infectado necrótico, así como cuerpos extraños que puedan perpetuar la infección³⁴.

Otro dato a destacar, es la persistencia de un drenaje seroso tras la intervención quirúrgica, asociado al aporte de biomateriales, tanto a los de sulfato cálcico como el biovidrio³⁷. Se considera que esta complicación es menos frecuente con el uso del biovidrio³⁵. En nuestra cohorte, 9 pacientes (31%) tuvieron supuración persistente de la herida tras la intervención quirúrgica. Aunque estos datos son más elevados que los de otros estudios³³, en los que se describen tasas de un 12.5%, la mayor parte de los casos se resolvieron espontáneamente a la semana de la intervención, solo persistiendo en 4 pacientes la supuración más allá de los 10 días y que casualmente son los que se presentaron una recurrencia de la infección, pudiendo influir otros factores aún por estudiar. Se ha visto que la tibia y el calcáneo son las localizaciones donde más frecuentemente donde se produce esta complicación³¹⁻³³. De nuestros pacientes con drenaje postquirúrgico, 4 tenían la osteomielitis en la tibia y 2 en el calcáneo. Los 3 restantes eran en el fémur.

Se ha descrito en la literatura exacerbación de la infección tras la adicción de biovidrio en el foco de osteomielitis, llegando en algunas series hasta un 40% de los pacientes²⁴. En nuestra cohorte, ningún paciente tuvo empeoramiento de su infección ni requirió de la extracción del biovidrio.

Con respecto a la utilización de otros biomateriales para el tratamiento de la osteomielitis crónica, son diversos los trabajos publicados en los que comparan los resultados del biovidrio con los del sulfato cálcico, para tratar de

determinar cuál es más eficaz en la erradicación de la infección con la menor tasa de complicaciones asociadas.

Ferrando et al realizó un estudio retrospectivo de 25 pacientes que comparaba la eficacia del biovidrio con el sulfato cálcico cargado de antibióticos, y en él no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, ya que tanto la estancia media, las complicaciones y la tasa de recurrencia fue similar en ambos grupos³⁴.

Romanò et al comparó retrospectivamente 27 pacientes tratados con biovidrio y con fosfato tricálcico con una matriz desmineralizada cargada con antibióticos en la osteomielitis crónica de los huesos largos, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas y con una tasa de curación en ambos grupos superior al 80%³⁵. Por tanto, los resultados del biovidrio en el tratamiento de las osteomielitis crónicas no son inferiores a los del sulfato cálcico.

La mayor parte de la bibliografía, como menciona Malat et al está de acuerdo en que el uso del biovidrio es prometedor y que se obtienen resultados excelentes, tanto en el tratamiento de la infección como en la formación ósea ya que se aprecia en las radiografías el engrosamiento de la neocortical, pero se requieren más estudios a largo plazo y prospectivos para determinar dichos resultados²³.

No podemos obviar que nuestro estudio presenta algunas limitaciones. Aunque casi todos nuestros pacientes han seguido un protocolo similar en su tratamiento y seguimiento, las localizaciones y las comorbilidades de los pacientes son variables, lo que hace más compleja la estandarización de los resultados. Este estudio es de carácter retrospectivo, con una cohorte de pacientes baja, por lo que existe un riesgo de cometer un error estadístico tipo 2.

CONCLUSIÓN

La osteomielitis crónica sigue suponiendo un reto para el cirujano ortopédico dada la dificultad que supone erradicar definitivamente la infección. Se requiere de un desbridamiento agresivo y la identificación correcta del microorganismo mediante una adecuada toma de muestras intraoperatorias para poder realizar posteriormente una adecuada terapia antibiótica dirigida y aumentar la probabilidad de curación del paciente. El biovidrio supone una alternativa eficaz a las opciones terapéuticas clásicas descritas para tratar la osteomielitis local, permitiendo una correcta erradicación del microorganismo gracias a su mecanismo de acción. Además, ofrece buenos resultados para tratar la gran mayoría de gérmenes que afectan al hueso, sin necesidad de requerir de segundas cirugías de retirada del mismo como ocurre con el cemento, y con acción osteoconductor y osteoestimuladora que favorece el crecimiento óseo, permitiendo así el relleno de los defectos óseos derivados del tratamiento de la osteomielitis.

Bibliografía

1. **Cierny G 3rd, Mader JT, Penninck JJ.** A clinical staging system for adult osteo- myelitis. *Clin Orthop Relat Res* 2003;414:7-24.
2. **McPherson EJ, Woodson C, Holtom P, Roidis N, Shufelt CH, Patzakiset M.** Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 403:8-15.
3. **Lazzarini L, Mader JT, Calhoun JH.** Osteomyelitis in long bones. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86A:2305-18.
4. **Lew DP, Waldvogel FA.** Osteomyelitis. *Lancet* 2004; 364:369-79.
5. **Cierny g, mader Jt, PenninCk JJ.** The classic: a clinical staging system for adult osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 414:7-24.
6. **Ikpeme IA, Ngim NE, Ikpeme AA.** Diagnosis and treatment of pyogenic bone infections. *Afr Health Sci* 2010 Mar; 10(1):82-8.
7. **Bridgens J, Davies S, Tilley L, Norman P, Stockley I.** Orthopaedic bone cement: do we know what we are using? *J Bone Joint Surg [Br]* 2008;90-B:643-647.
8. **Bortolin M, Romanò CL, Bidossi A, Vecchi E, Mattina R, Drago L.** BAG-S53P4 as bone graft extender and antimicrobial activity against gentamicin- and vancomycin-resistant bacteria. *Future Microbiol* 2018 Apr; 13:525-533. doi: 10.2217/fmb-2016-0171. Epub 2018 Mar 9.
9. **Webb JC, Spencer RF.** The role of polymethylmethacrylate bone cement in modern orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 2007; 89-B:851-7.
10. **Anagnostakos K, Hitzler P, Pape D, Kohn D, Kelm J.** Persistence of bacterial growth on antibiotic-loaded beads: is it actually a problem? *Acta Orthop* 2008; 79:302-7.
11. **Fillingham Y, Jacobs J.** Bone grafts and their substitutes. *Bone Joint J* 2016; 98B:6-9.
12. **McLaren AC.** Alternative materials to acrylic bone cement for delivery of depot anti- biotics in orthopaedic infections. *Clin Orthop Relat Res* 2004;427:101–106.
13. **Ene R, Nica M, Ene D, Cursaru A, Cirstoiu C.** Review of calcium-sulphate-based ceramics and synthetic bone substitutes used for antibiotic delivery in PJI and osteomyelitis treatment. *EFORT Open Rev* 2021; 6(5):297-304. Published 2021 May 4. doi:10.1302/2058-5241.6.200083
14. **Ferguson JY, Dudareva M, Riley ND, Stubbs D, Atkins BL, McNally MA.** The use of a biodegradable antibiotic-loaded calcium sulphate carrier containing tobramycin for the treatment of chronic osteomyelitis: a series of 195 cases. *Bone Joint J* 2014; 96B:829-36.
15. **McNally MA, Ferguson JY, Lau AC, Diefenbeck M, Scarborough M, Ramsden AJ, et al.** Single-stage treatment of chronic osteomyelitis with a new absorbable, gentamicin-loaded, calcium sulphate/hydroxyapatite biocomposite: a prospective series of 100 cases. *Bone Joint J.* 2016 Sep; 98-B(9):1289-96.
16. **Hu S, Chang J, Liu M, Ning C.** Study on antibacterial effect of 45S5 Bioglass. *J Mater Sci Mater Med* 2009; 20:281-6.
17. **Arkudas A, Balzer A, Buehrer G, Arnold I, Hoppe A, Detsch R, et al.** Evaluation of angiogenesis of bioactive glass in the arteriovenous loop model. *Tissue Eng Part C Methods* 2013;19:479-86.
18. **Fiume E, Barberi J, Verne E, Baino F.** Bioactive glasses: from parent 45S5 composition to scaffold-assisted tissue-healing therapies. *J Funct Biomater.* 2018; 9(1).
19. **Hupa L.** Melt-derived bioactive glasses. In: Ylanen H., editor. *Bioactive Glasses: Materials, Properties and Applications.* 2nd ed. Elsevier Woodhead Publishing; Cambridge, UK: 2011. pp. 3-28.
20. **Rabiee SM, Nazparvar N, Azizian M, Vashae D, Tayebi L.** Effect of ion substitution on properties of bioactive glasses: A review. *Ceram. Int.* 2015; 41:7241-51.
21. **Aurégan JC, Bégué T.** Bioactive glass for long bone infection: a systematic review. *Injury.* 2015 Dec; 46 Suppl 8():S3-7.
22. **Drago L, Toscano M, Bottagisio M.** Recent Evidence on Bioactive Glass Antimicrobial and Antibiofilm Activity: A Mini-Review. *Materials (Basel).* 2018 Feb 24; 11(2):326.
23. **Malat TA, Glombitza M, Dahmen J, Hax PM, Steinhausen E.** The Use of Bioactive Glass S53P4 as Bone Graft Substitute in the Treatment of Chronic Osteomyelitis and Infected Non-Unions - a Retrospective Study of 50 Patients. *Z Orthop Unfall.* 2018 Apr; 156(2):152-9.
24. **Lindfors N, Geurts J, Drago L, Arts JJ, Juutilainen V, Hyvönen P, et al.** Antibacterial bioactive glass, S53P4, for chronic bone infections – a multinational study. *Adv Exp Med Biol* 2017; 971:81-92.
25. **Bor N, Dujovny E, Rinat B, Rozen N, Rubin G.** Treatment of chronic osteomyelitis with antibiotic-impregnated polymethyl methacrylate (PMMA) - the Cierny approach: is the second stage necessary? *BMC Musculoskelet Disord.* 2022.

26. **Patel KH, Bhat SN, H M.** Outcome analysis of antibiotic-loaded poly methyl methacrylate (PMMA) beads in musculoskeletal infections. *J Taibah Univ Med Sci.* 2020; 16(2):177-83. Published 2020 Nov 19. doi:10.1016/j.jtumed.2020.10.015
27. **McAndrew J, Efrimescu C, Sheehan E, Niall D.** Through the looking glass; bioactive glass S53P4 (BonAlive®) in the treatment of chronic osteomyelitis. *Ir J Med Sci* 2013; 182: 509-11.
28. **Lindfors NC, Hyvonen P, Nyyssonen M, Kirjavainen M, Kankare J, Gullichsen E, et al.** Bioactive glass S53P4 as bone graft substitute in treatment of osteomyelitis. *Bone* 2010; 47: 212-8.
29. **Coraca-Huber DC, Fille M, Hausdorfer J, Putzer D, Nogler M.** Efficacy of antibacterial bioactive glass S53P4 against *S. aureus* biofilms grown on titanium discs in vitro. *J Orthop Res* 2014; 32: 175-7.
30. **Drago L, Vassena C, Fenu S, De Vecchi E, Signori V, De Francesco R, et al.** In vitro antibiofilm activity of bioactive glass S53P4. *Future Microbiol* 2014; 9: 593-601.
31. **De Giglio R, Di Vieste G, Mondello T, Balduzzi G, Masserini B, Formenti I, et al.** Efficacy and Safety of Bioactive Glass S53P4 as a Treatment for Diabetic Foot Osteomyelitis. *J Foot Ankle Surg.* 2021 Mar-Apr;60(2):292-6.
32. **Bigoni M, Turati M, Zanchi N, Lombardo AS, Graci J, Omeljaniuk RJ, et al.** Clinical applications of Bioactive glass S53P4 in bone infections: a systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2019 Apr; 23(2 Suppl):240-51.
33. **Tanwar YS, Ferreira N.** The role of bioactive glass in the management of chronic osteomyelitis: a systematic review of literature and current evidence. *Infect Dis (Lond).* 2020 Apr; 52(4):219-26.
34. **Ferrando A, Part J, Baeza J.** Treatment of Cavitary Bone Defects in Chronic Osteomyelitis: Biogactive glass S53P4 vs. Calcium Sulphate Antibiotic Beads. *J Bone Jt Infect* 2017; 2(4):194-201. Published 2017 Oct 9. doi:10.7150/jbji.20404
35. **Romanò CL, Logoluso N, Meani E, Romanò D, De Vecchi E, Vassena C, et al.** A comparative study of the use of bioactive glass S53P4 and antibiotic-loaded calcium-based bone substitutes in the treatment of chronic osteomyelitis: a retrospective comparative study. *Bone Joint J* 2014 Jun; 96-B(6):845-50.
36. **Drago L, Romanò D, De Vecchi E, Vassena C, Logoluso N, Mattina R, et al.** Bioactive glass BAG-S53P4 for the adjunctive treatment of chronic osteomyelitis of the long bones: an in vitro and prospective clinical study. *BMC Infect Dis.* 2013 Dec 10; 13:584.
37. **Geurts J, Chris Arts JJ, Walenkamp GH.** Bone graft substitutes in active or suspected infection. Contra-indicated or not? *Injury.* 2011 Sep; 42 Suppl 2: S82-6.