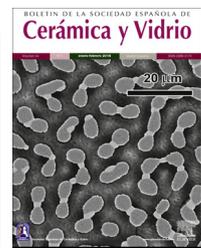




BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
**Cerámica y Vidrio**

www.elsevier.es/bsecv



## Elaboración de un cemento óseo de fosfato de calcio con una adición de biovidrio



Erwin Ciro\*, Natalia Zapata y Esperanza López

Departamento de Ingeniería Materiales y Grupo de Investigación en Materiales y Recubrimientos Cerámicos (GIMACYR), Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 19 de septiembre de 2014

Aceptado el 3 marzo de 2015

Palabras clave:

Cementos óseos

Fosfato tricálcico alfa

Biovidrio

Bioactividad

Pruebas in vitro

### R E S U M E N

Un cemento óseo se sintetizó a partir  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{CaHPO}_4$ , en un tratamiento térmico a  $1.400\text{ }^\circ\text{C}$ , el material sintetizado fue enfriado rápidamente, con un chorro de aire. El cemento óseo fue mezclado con biovidrio en un 10% en peso (BC-10BG) y luego molido y caracterizado mediante Distribución de Tamaño de Partícula (DTP), Difracción y Fluorescencia de rayos X (DRX y FRX). La mezcla, cemento-biovidrio, y el cemento sólo fueron caracterizados físicomecánicamente con pruebas de resistencia a la compresión, microdureza, tiempo de cohesión y fraguado. Con el fin de observar tendencias a la precipitación en los estudios *in-vitro*, se evaluaron adicionalmente otras dos composiciones con biovidrio del 5 y del 15% en peso, por DRX, SEM y FTIR-ATR. Las fases cristalinas encontradas inicialmente corresponden en el cemento óseo al  $\alpha$ -TCP,  $\beta$ -TCP,  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  y  $\text{CaHPO}_4$ , por su parte en el biovidrio se detectó, en una parte de su estructura cristalina, la fase whitlockita. En términos físicos, los tiempos de manipulación y las propiedades mecánicas corresponden a un cemento para el relleno de cavidades óseas. Las pruebas *in-vitro* mostraron un efecto bioactivo progresivo conforme aumenta el tiempo de exposición.

© 2015 Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este es un artículo Open Acces distribuido bajo los términos de la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Elaboration of bone calcium phosphate cement with an addition of bioglass

#### A B S T R A C T

Bone cement is synthesized using  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaHPO}_4$ , in a thermal treatment at  $1400\text{ }^\circ\text{C}$ . The mixture was rapidly cooled with a stream of forced air; bone cement was mixed with 10%wt. Bioglass (BC-10BG) later milled and characterized milled and characterized by Particle Size Distribution (PSD), X-ray diffraction and fluorescence (XRD and XRF). The mixing (Bone cement-Bioglass) and bone cement alone were characterized physic-mechanically through testing compressive strength, microhardness, cohesive and setting times; in order to see precipitation trends were carried out *in-vitro* tests. Additionally, two compositions more of bioglass (5 and 15% wt.) were evaluated by XRD, SEM and FTIR-ATR.

Keywords:

Bone cements

Tricalcium phosphate alpha

Bioglass

Bioactivity

In vitro tests

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [erwinciro@gmail.com](mailto:erwinciro@gmail.com) (E. Ciro).

The crystalline phases of  $\alpha$ -TCP y  $\beta$ -TCP,  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  y  $\text{CaHPO}_4$  were related to bone cement and whitlockita phase was in agreement with bioglass in one part of its crystalline structure. Physically handling times and the mechanical properties correspond to bone cement for filling cavities. The in-vitro tests showed a progressive bioactive effect with increase the exposition time.

© 2015 Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Published by Elsevier España, S.L.U.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Las fracturas en el sistema óseo ocurren regularmente debido a esfuerzos excesivos, accidentes y al debilitamiento del mismo tejido como consecuencia de enfermedades que comprometen la movilidad y la salud del paciente. Sin embargo, el uso de nuevos materiales biocompatibles promotores de hueso, que contrarresten comportamientos perjudiciales como la desmineralización [1], están tomando lugar con mucho más fuerza. Los fosfatos de calcio fueron empleados inicialmente para el mantenimiento de hueso en 1920 por F. Albee, pero sólo hasta 1980 se usaron como material cementante para la osteoregeneración por parte de Brown y Chow, el cual consistía en un material moldeable que se endurecía por sí solo, donde simultáneamente ocurría una reacción de precipitación. Dichos cementos fueron empleados entonces para el relleno de cavidades maxilofaciales, donde la morfología del material sintetizado cambió, pasando de bloques y gránulos a un estado viscoso, con el fin facilitar la implantación del material a las formas heterogéneas de las lesiones [2].

Por otro lado, la síntesis del cemento óseo ha sido realizada principalmente por dos procesos, los cuales son el sol-gel y los tratamientos térmicos [3]. Hay que tener en cuenta que el proceso de obtención del cemento óseo es muy sensible a la formación de dos tipos de fases durante la síntesis, las cuales son la fase  $\alpha$  y  $\beta$  de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , aunque ambas fases sean biocompatibles, su solubilidad difiere respecto a su cristalografía, siendo la solubilidad mayor para la estructura monoclinica (fase  $\alpha$ , estable  $> 1.125$  °C) que para la romboédica (fase  $\beta$ , estable  $< 1.125$  °C) [4]. Por ello, en este trabajo fueron escogidos los tratamientos térmicos con el fin de controlar la fase  $\alpha$  y evitar contaminaciones químicas por parte de precursores.

La osteointegración o la integración de compuestos al hueso ocurre a través de un mecanismo de disolución del biomaterial, donde partículas de  $\alpha$ -TCP liberan desde su superficie más externa iones de calcio y fosfato hasta los alrededores más próximos. De esta manera, el progreso de la disolución conlleva a la precipitación del compuesto más insoluble en un medio sobresaturado de dichos iones [5]. De acuerdo a las condiciones de pH y relaciones de calcio-fósforo, los compuestos pueden ser PHA (hidroxapatita precipitada;  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  – pH  $> 4,2$ ) y brushita DCPD (dihidrato de fosfato dicálcico;  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – pH  $< 4,2$ ) [6,7].

El estudio de materiales que regulen los fenómenos de la resorción del  $\alpha$ -TCP, enfocados a la bioactividad, ha tomado lugar en los últimos años, mostrando no solo interés en determinar las características intrínsecas del material, sino también el efecto de las adiciones sobre el material base [8,9]. De

esta manera, biocerámicos vítreos han demostrado en diferentes estudios la capacidad de regular la liberación de iones de calcio y contribuir con la formación de tejido óseo nuevo en cementos óseos [10,11]. Sin embargo, hasta ahora continúan algunos cuestionamientos, como el efecto sobre las propiedades mecánicas, el efecto de diferentes composiciones de biovidrios y la tasa de liberación de iones, etc.

En esta investigación se elaboró un cemento óseo de fosfatos de calcio alfa ( $\alpha$ -TCP), siguiendo la tasa de calentamiento de L. Asensio en 2004 [12] y adicionando una cantidad de biovidrio ( $31\text{SiO}_2$ – $56\text{CaO}$ – $2\text{MgO}$ – $11\text{P}_2\text{O}_5$ ) en una proporción de 10% en peso, para comprobar el mejoramiento de la bioactividad. Se realizaron pruebas de caracterización como difracción de rayos X (DRX), Fluorescencia de rayos X (FRX), microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía infrarroja (IR). Adicionalmente se hicieron pruebas de caracterización física como evaluación del tiempo de cohesión y de fraguado, resistencia a la compresión y medición de la porosidad. Por último, para determinar el comportamiento bioactivo (tendencia de precipitación de apatitas) del cemento óseo y biovidrio como adición (adiciones de 5, 10, 15% en peso) fueron realizadas pruebas *in vitro* en una solución SBF (Fluido Corporal Simulado).

## Metodología

### Síntesis del cemento óseo de $\alpha$ -TCP

Los polvos de hidrógeno fosfato de calcio ( $\text{CaHPO}_4$ ; Sigma, ref. C7263) y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ; Merck, ref. 102059) fueron mezclados en un molino centrífugo marca S1000 Restch con 3 cuerpos molidores esféricos de circonia (esferas de 2,5 cm diámetro aprox.) por 5 min a 170 rpm, para garantizar la integración homogénea de los polvos. Luego se realizó un el tratamiento térmico propuesto por L. Asensio en 2004 [12], que consiste en un calentamiento hasta 1.400 °C, con un tiempo total de calentamiento de 15 horas y donde se involucra un sobrefriamiento rápido por medio de un chorro de aire, en aras de obtener la fase metaestable  $\alpha$  a temperatura ambiente. Este proceso se hizo por siete veces bajo las mismas condiciones, para garantizar una reproducibilidad en los resultados y obtener suficiente cantidad de material para todos los experimentos y ensayos de caracterización.

Al cemento óseo y al biovidrio se les hizo Distribución de Tamaños de Partículas (DTP) en un equipo marca Master Sizer 2000 E con accesorio Hydro 2000; Difracción de Rayos X (DRX) en un equipo marca PANalytical de referencia EMPYREAN con una fuente de radiación de cobre ( $\text{CuK}\alpha$ ,  $\lambda = 1.540598$  Å); operando a 45 kV y 40 mA. El espectro del cemento óseo se

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1454226>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1454226>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)