

# La eficacia clínica del betafosfato tricálcico en el tratamiento con implantes dentales

## *The clinical effectiveness of beta-tricalcium phosphate in dental implant treatment.*

K. Cano Vitokhina\*, J. Moreno Muñoz \*\*, J.L. Rondon Romero \*\*,  
J. Pato Mourelo \*\*, E. Núñez Márquez \*\*, I. Ortiz García \*\*,  
Á. Jiménez Guerra \*\*\*, L. Monsalve Guil \*\*\*\*, E. Velasco Ortega \*\*\*\*\*

### RESUMEN

**Introducción:** El objetivo del presente estudio era mostrar los resultados del tratamiento con implantes dentales insertados en diversas situaciones clínicas utilizando el biomaterial betafosfato tricálcico.

**Material y métodos:** 63 pacientes con pérdidas dentales fueron tratados con 140 implantes Galimplant®. En todos los casos, como biomaterial se utilizó el betafosfato tricálcico Osteoblast®. Los implantes fueron cargados después de un periodo de cicatrización de 6 meses.

**Resultados:** Los hallazgos clínicos indican una supervivencia y éxito de los implantes del 95%. 7 implantes se perdieron durante el seguimiento clínico medio de 87,4 meses. En 25 pacientes (39,7%) se realizó la elevación lateral del seno maxilar. En 10 pacientes (15,8%) la elevación sinusal fué transalveolar. En 28 pacientes (44,4%) se utilizó el  $\beta$ -TCP como material de relleno durante técnicas de preservación alveolar. Se realizaron un total de 74 prótesis (100%), 48 puentes fijos (64,9%) y 26 coronas unitarias (35,1%).

**Conclusiones:** Este estudio indica que el beta-fosfato tricálcico puede ser utilizado con éxito como material de regeneración ósea en el tratamiento con implantes dentales.

**PALABRAS CLAVE:** “implantes dentales”, “biomateriales”, “injertos”, “betafosfato tricálcico”, “implantología oral”.

### ABSTRACT

**Introduction:** The aim of this study was to report the outcome of treatment with dental implants inserted in different clinical situations with use of beta-tricalcium phosphate.

**Material and methods:** 63 patients with tooth loss were treated with 140 Galimplant® implants. In all cases, beta-tricalcium phosphate Osteoblast® were used. Implants were loaded after a healing free-loading period of 6 months.

**Results:** Clinical results indicate a survival and success rate of implants of 95%. 7 implants were lost during the follow-up period of 87,4 months. In 25 patients (39.7%), lateral sinus elevation was performed. In 10 patients (15.8%), transalveolar sinus elevation was performed. In 28 patients (44.4%),  $\beta$ -TCP was used as a filling material during alveolar preservation techniques. A total of 74 prostheses (100%), 48 fixed bridges (64.9%), and 26 single crowns (35.1%) were performed.

---

\* Graduada en Odontología. Máster de Implantología Oral. Universidad de Sevilla.

\*\* Profesor Sustituto Interino del Departamento de Estomatología. Profesor del Máster de Implantología Oral. Universidad de Sevilla.

\*\*\* Profesor Ayudante Doctor del Departamento de Estomatología. Profesor del Máster de Implantología Oral. Universidad de Sevilla.

\*\*\*\* Profesora Titular del Departamento de Estomatología. Profesora del Máster de Implantología Oral. Universidad de Sevilla.

\*\*\*\*\* Catedrático del Departamento de Estomatología. Profesora del Máster de Implantología Oral. Universidad de Sevilla.

**Conclusions:** This study indicate that beta-tricalcium phosphate can be used with success as biomaterial of bone regeneration in treatment with dental implants.

**KEY WORDS:** “dental implants”, “bone substitutes”, “grafts”, beta-tricalcium phosphate”, “implant dentistry”.

**Fecha de recepción:** 20 Enero 2025.

**Fecha de aceptación:** 12 Abril 2025.

K. Cano Vitokhina, J. Moreno Muñoz, J.L. Rondon Romero, J. Pato Mourelo, E. Núñez Márquez, I. Ortiz García, Á. Jiménez Guerra, L. Monsalve Guil, E. Velasco Ortega. *La eficacia clínica del betafosfato tricálcico en el tratamiento con implantes dentales*. 2025; 41(E2): 118-125.

## INTRODUCCIÓN

La existencia de un volumen adecuado de tejido óseo alrededor de los implantes dentales es de gran importancia debido a su papel crucial en el éxito del tratamiento a largo plazo. En determinadas situaciones clínicas es necesario proporcionar el mejor biomaterial o sustituto óseo para incrementar el hueso alveolar y conseguir los mejores resultados del tratamiento<sup>(1-3)</sup>.

Durante las últimas décadas diversos biomateriales han sido incorporados a la práctica odontológica para mejorar estas situaciones clínicas de déficit óseo, mediante la utilización de injertos de hueso autólogo, xenoinjertos (ej. hueso bovino, porcino o equino), aloinjertos (hueso de cadáver) o sintéticos (ej. betafosfato tricálcico,  $\beta$ -TCP) que han sido preconizados en el tratamiento con implantes dentales<sup>(4-6)</sup>.

El hueso autólogo está considerado el mejor material para las técnicas de injertos ya que tiene propiedades osteogénicas (crecimiento óseo por células procedentes del injerto), osteoinductoras (estimulación de células pluripotenciales indiferenciadas que estimulan el desarrollo de células formadoras de estirpe ósea) y osteoconductoras (andamiaje por aposición sobre una superficie)<sup>(7-8)</sup>. Sin embargo, la morbilidad de la zona donante y las limitaciones para conseguir una buena cantidad de hueso, constituyen algunas desventajas que han obligado a los investigadores y clínicos a desarrollar diversos biomateriales o sustitutos óseos que puedan ser utilizados con éxito en el tratamiento implantológico con un compromiso o déficit óseo<sup>(9-10)</sup>.

Entre los materiales sintéticos o aloplásticos, el  $\beta$ -TCP es un material altamente biocompatible, reabsorbible y osteoconductor que ha sido utiliza-

do ampliamente para la regeneración de defectos óseos, ya que permite, por sus características físicoquímicas y propiedades biológicas, mantener con éxito el defecto óseo rellenado en diversas áreas de la odontología, como son la cirugía bucal, la periodoncia y la implantología oral<sup>(11-14)</sup>.

El  $\beta$ -TCP ha demostrado su aplicación clínica en la regeneración de defectos periodontales infraóseos. Los resultados clínicos indican la reducción de la profundidad de las bolsas, la ganancia del nivel de inserción clínica y la cantidad de relleno óseo. En este sentido, el  $\beta$ -TCP parece ser un material eficaz para la regeneración periodontal de defectos infraóseos alrededor de dientes naturales<sup>(15)</sup>.

La eficacia clínica e histológica del  $\beta$ -TCP para preservar la integridad del reborde alveolar postextracción como un sustituto óseo ha sido demostrada en una serie de 10 casos que requirieron una sola extracción<sup>(16)</sup>. Se utilizaron gránulos  $\beta$ -TCP recubiertos con ácido poli (láctico-co-glicólico) Después de 4 meses, las observaciones clínicas revelaron una excelente cicatrización de tejido blando sin pérdida de encía adherida en todos los casos. En la reentrada para la colocación del implante, se obtuvieron biopsias que revelaron una marcada regeneración ósea ( $24,4 \pm 7,9$  % de hueso nuevo) en paralelo a la reabsorción del material de injerto ( $12,9 \pm 7,7$  % de material de injerto), a la vez que se registraron altos niveles de estabilidad primaria del implante<sup>(16)</sup>.

El  $\beta$ -TCP ha sido utilizado como biomaterial en aquellos pacientes que necesitaban la elevación del seno maxilar para la inserción posterior de implantes dentales<sup>(14)</sup>. 101 pacientes fueron tratados con elevación lateral del seno maxilar mediante la colocación de  $\beta$ -TCP. Tras la cirugía, se carga-

ron los implantes con las restauraciones correspondientes a los 6 meses. El seguimiento clínico se realizó durante 10 años. La altura ósea vertical media disponible fue de  $4,92 \pm 1,83$  mm. La ganancia ósea vertical promedio obtenida fue de  $6,95 \pm 2,19$  mm. La tasa de supervivencia acumulada de los implantes fue del 97,2 %. Tres implantes (1,3 %) se perdieron durante el período de cicatrización. Se colocaron 115 restauraciones protésicas en los pacientes. Este estudio indica que el tratamiento con restauraciones implanto-soportadas mediante elevación del seno maxilar utilizando  $\beta$ -TCP constituye un enfoque implantológico exitoso<sup>(14)</sup>.

El objetivo del presente estudio era valorar los resultados clínicos del tratamiento con implantes dentales con utilización de betafosfato tricálcico.

## PACIENTES Y METODOS

El presente estudio fue realizado por profesores de la unidad docente de Odontología Integrada de Adultos y Gerodontología de la Facultad de Odontología y del Máster de Implantología Oral de la Universidad de Sevilla.

Previamente a la realización del estudio, aquellos pacientes que padecían trastornos sistémicos graves que podían comprometer la oseointegración fueron excluidos del estudio. Los pacientes seleccionados eran adultos, de ambos sexos.

Todos los pacientes seleccionados en el estudio fueron informados de la cirugía de inserción de implantes con utilización de biomateriales así como del protocolo posterior del tratamiento incluyendo los aspectos prostodóncicos, temporalización y seguimiento, y de la posibilidad de la existencia de complicaciones y pérdida de implantes.

Los pacientes autorizaron el tratamiento implantológico mediante un consentimiento informado. Antes del tratamiento, todos los pacientes fueron evaluados radiológica-

mente, con una ortopantomografía y en los casos necesarios con una tomografía computarizada de haz cónico.

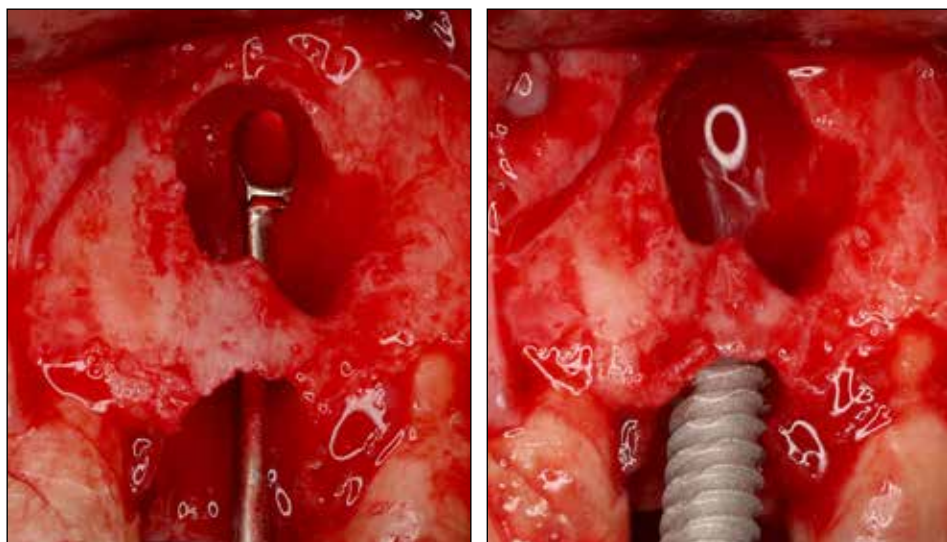
**CIRUGIA.** Una hora antes de la cirugía, los pacientes comenzaron un régimen antibiótico preventivo (amoxicilina + clavulánico) durante una

semana. En casos de molestias, dolor o inflamación a todos los pacientes se les recomendó ibuprofeno. Todos los pacientes recibieron anestesia local. A todos los pacientes se les recomendó el enjuague diario con clorhexidina durante los primeros 30 días.

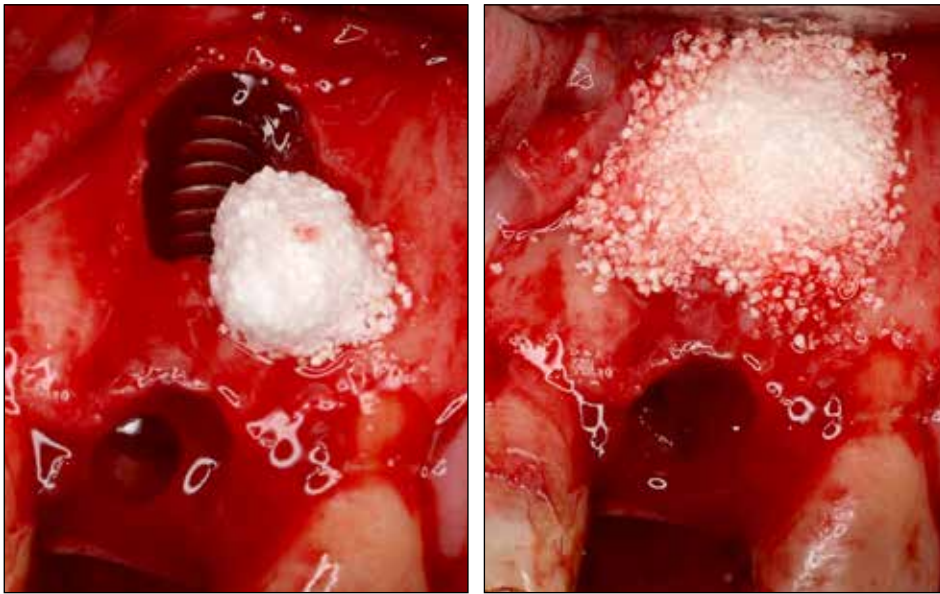
En todas las situaciones clínicas (ej. implantes postextracción, relleno de defectos óseos, expansión crestal con osteotomos, elevación del seno



**Figura 1.** Aspecto clínico del alveolo postextracción.



**Figura 2.** Legrado del alveolo y colocación del implante inmediato.



**Figura 3.** Colocación del betafosfato tricálcico en el alveolo postextracción.

maxilar,) se utilizó como bio-material de relleno, el  $\beta$ -TCP Osteoblast® (Galimplant, Sarría, España). Los implantes utilizados de conexión interna fueron IPX® (Galimplant, Sarría, España) (Figuras 1-4).

**PROSTODONCIA.** A los 6 meses después de la cirugía de implantes se realizó la carga funcional mediante la colocación de las correspondientes prótesis implantosoportadas (Figura 5). El tiempo medio transcurrido de seguimiento clínico desde la carga funcional de los implantes ha sido al menos de 87,4 meses.



**Figura 4.** Sutura de la herida quirúrgica.

#### Analisis estadístico.

Se realizó una estadística descriptiva de los hallazgos clínicos del estudio, con referencia a las variables demográficas de los pacientes, los implantes y prótesis realizadas.

## RESULTADOS

**PACIENTES.** 63 pacientes (34 mujeres y 29 hombres) fueron tratados con una edad media de 52,2 años.

**IMPLANTES.** Se insertaron un total de 140 implantes con utilización del material sintético  $\beta$ -TCP, en los correspondientes 63 pacientes, lo que representa una media de 2,2 implantes por paciente. Con respecto al diámetro, 24 implantes (17,1%) eran de 3,5 mm de diámetro, 96 implantes (68,6%) eran de 4 mm de diámetro, y 28 implantes (20%) eran de 5 mm de diámetro. Con respecto a la longitud, 7 implantes (5%) eran de 8 mm, 63 implantes (45%) eran de 10 mm y 70 implantes (50%) eran de 12 mm.

En 3 implantes (2,1%) hubo complicaciones, al presentar movilidad a la exploración clínica durante la fase de cicatrización libre de carga funcional y fueron extraídos. 4 implantes (2,8%) se han perdido después de la carga funcional prostodóncica durante el periodo de seguimiento clínico. 16 implantes (11,4%) presentaron periimplantitis.



**Figura 5.** Aspecto clínico de la corona unitaria colocada después de la cicatrización del alveolo regenerado.

**CIRUGÍA.** Todos los pacientes necesitaron la utilización del material sintético  $\beta$ -TCP. En 25 pacientes (39,7%) se utilizó como material de relleno en la elevación lateral del seno maxilar. En 10 pacientes (15,8%) la elevación sinusal fué transalveolar. En 28 pacientes (44,4%) se utilizó el  $\beta$ -TCP como material de relleno durante técnicas de preservación alveolar, inserción de implantes postextracción (19 pacientes, 30,1%) y en 9 pacientes, 14,2%) como biomaterial en rebordes alveolares atróficos o estrechos.

**PROTESIS IMPLANTOSOPORTADAS.** Los 140 implantes fueron cargados funcionalmente, a los 6 meses, con sus correspondientes prótesis implantoportadas. Se realizaron un total de 74 prótesis (100%), 48 puentes fijos (64,9%) y 26 coronas unitarias (35,1%).

## DISCUSIÓN

En implantología oral, la necesidad de aumentar o mantener el volumen óseo para la inserción de implantes, puede obligar al profesional a utilizar técnicas regenerativas con la utilización de biomateriales o sustitutos óseos. Durante décadas el único método de referencia utilizado era la obtención de injertos de hueso autólogo de una zona donante y su reposición en la zona receptora, que ofrecía las ventajas de sus propiedades osteogénicas, osteoinductoras y osteoconductoras<sup>(1,5,7)</sup>.

En este sentido, la liberación de factores de crecimiento óseos asociado a la vascularización temprana del hueso donante, permite la remodelación en un plazo de 4 a 6 meses tras la colocación del injerto. Sin embargo, este procedimiento puede verse obstaculizado por la morbilidad de la zona donante, la disponibilidad limitada de injerto, la necesidad de intervención quirúrgica adicional, y un mayor estrés tanto para el profesional como para el paciente<sup>(1,5,7)</sup>.

Los hallazgos clínicos del presente estudio de investigación demuestran que un protocolo diagnóstico, quirúrgico y prostodóncico adecuado de los pacientes permite con un elevado éxito (95%), la realización del tratamiento implantológico con la utilización de biomateriales para la solución de aquellas situaciones clínicas desfavorables donde el volumen de hueso alveolar está comprometida como consecuencia de la reabsorción ósea por las

pérdidas dentales y la existencia de estructuras anatómicas (ej. seno maxilar, fosa nasal, dentario inferior)<sup>(3,6)</sup>.

El  $\beta$ -TCP es un biomaterial sintético capaz de promover la regeneración ósea con el objetivo de rellenar y aumentar el hueso en situaciones de déficit óseo. Se sabe que los compuestos de fosfato tienen afinidad por tejidos específicos, como los huesos, y han mostrado resultados prometedores entre los diversos materiales aloplásticos utilizados para injertos<sup>(2)</sup>.

El  $\beta$ -TCP como material aloplástico no posee propiedades osteogénicas ni osteoinductoras, pero son materiales osteoconductores, que pueden conseguir la estructura o andamiaje ideal para la regeneración ósea. Por otro lado, estos materiales son ampliamente disponibles, económicos y no tienen potencial de transmitir enfermedades ni infecciones como pueden ser los xenoinjertos o aloinjertos, aunque esta controversia es muy limitada.

Además, al ser sintéticos, su composición química y fabricación pueden manipularse cada vez más para imitar las características del hueso natural<sup>(2)</sup>.

Se ha evaluado los resultados clínicos de la utilización del  $\beta$ -TCP como biomaterial regenerador en el tratamiento con implantes en diferentes situaciones clínicas como son la preservación alveolar con implantes inmediatos postextracción y la inserción de implantes defectos óseos o rebordes alveolares estrechos a atróficos. Las indicaciones realizadas en el presente trabajo de investigación confirman estos resultados favorables en la utilización del  $\beta$ -TCP<sup>(12,16-18)</sup>.

Las diversas técnicas de preservación del reborde alveolar buscan minimizar la pérdida de volumen del reborde tras la extracción dental y ayudar a preservar la pared vestibular y lingual del alvéolo. Inmediatamente después de la extracción, el alvéolo se rellena con un biomaterial que ayuda a preservar el reborde. Este proceso puede ser esencial en los casos en que se planea colocar un implante<sup>(17)</sup>.

En estos casos, la reabsorción y la cicatrización de las partículas de  $\beta$ -TCP tiene lugar a partir de los 3- 6 meses después de su colocación. La mayor parte del  $\beta$ -TCP se reabsorbe por la actividad

de los osteoclastos como por disolución química de la molécula en los componentes de calcio y fosfato, seguido de su reemplazo por hueso neoformado<sup>(17)</sup>.

Sin embargo, los resultados de la técnica de preservación de la cresta con  $\beta$ -TCP no dan como resultado una estabilidad dimensional completa, sino que están diseñados para reducir la pérdida de la dimensión de la cresta en comparación con las localizaciones que se dejan cicatrizar naturalmente después de la extracción del diente<sup>(17)</sup>.

Se ha evaluado la eficacia del  $\beta$ -TCP en la regeneración de los espacios horizontales mayores de 1,5 mm entre la pared ósea y la superficie de los implantes colocados inmediatamente en alveolos frescos postextracción. No hubo pérdida ósea en más del 70% de los implantes. Además, una parte importante pudieron ser cargados de forma inmediata. Aunque se ha sugerido que debido al mecanismo y la tasa de reabsorción de  $\beta$ -TCP, quizás sea más recomendable la técnica por etapas (primer aumento óseo seguido de una implantación diferida tras el período de cicatrización) ya que la actividad osteogénica más intensa durante la cicatrización de los sitios de extracción ocurre entre 4 y 8 semanas después de la extracción. Esta fase de modelado involucra la actividad de osteoblastos y osteoclastos, entre otros eventos de cicatrización<sup>(18)</sup>.

El  $\beta$ -TCP permite una rápida regeneración del tejido óseo mediante células madre mesenquimales humanas gracias a su estructura porosa interconectada, que mejora la vascularización. La cicatrización ósea se basa en una acción coordinada entre osteoblastos y osteoclastos que conduce a la regeneración ósea. Además, la degradación del  $\beta$ -TCP es compatible con la tasa de crecimiento del hueso neoformado. El  $\beta$ -TCP presenta un aspecto radiopaco en las radiografías, lo que mejora el seguimiento de la cicatrización. Este material se reabsorbe fácilmente y presenta baja inmunogenicidad<sup>(19)</sup>.

En las últimas décadas, se ha introducido el aumento del seno maxilar con diversos materiales óseos para mejorar la regeneración y la neoformación óseas. Varios estudios de investigación demostraron que el  $\beta$ -TCP puede utilizarse como sustituto de injerto óseo para la elevación del seno maxilar 14. Además, el  $\beta$ -TCP puede combinarse

con otros materiales de injerto (hueso autólogo, aloinjerto o xenoinjerto) para la elevación del suelo sinusal. Estos hallazgos clínicos, radiográficos e histológicos respaldan la evidencia de que el injerto de  $\beta$ -TCP se reemplaza gradualmente por hueso nuevo con el tiempo y sugieren que el  $\beta$ -TCP es un buen sustituto óseo sintético con un progreso muy similar al de un injerto autólogo<sup>(20-21)</sup>.

Los cambios evolutivos de esta técnica han sido evaluados clínicamente, aunque más recientemente, se está utilizando la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para dicha valoración, ya que existen problemas al utilizar radiografías panorámicas por su distorsión, aumento e imposibilidad de realizar análisis transversales y tridimensionales<sup>(22)</sup>.

Un estudio reciente aborda esta cuestión al valorar los cambios evolutivos después de un aumento del suelo del seno maxilar mediante abordaje crestal, utilizando el  $\beta$ -TCP como material de injerto óseo. Se realizaron evaluaciones radiográficas clínicas y a largo plazo mediante CBCT. El  $\beta$ -TCP fue reemplazado lentamente por hueso nuevo durante el año posterior a la recepción del injerto, de hecho, se observó  $\beta$ -TCP en forma de cúpula inmediatamente después de la cirugía, y su disminución durante el seguimiento, lo que confirma la absorción del  $\beta$ -TCP y la remodelación mediante el aumento del suelo del seno maxilar con abordaje crestal<sup>(23-24)</sup>.

El grado de regeneración ósea del  $\beta$ -TCP varía dependiendo de su formulación, porosidad y el tamaño de las partículas. El TCP es un biomaterial osteoconductor cuyo tamaño de partícula influye directamente en la cicatrización ósea y la neovascularización, siendo el tamaño mínimo de los microporos de la partícula de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ <sup>(25)</sup>.

Esta particularidad permite la aproximación de células vasculares y osteoblásticas. Un tamaño de microporos de aproximadamente 300  $\mu\text{m}$  sería ideal para optimizar la cicatrización ósea. Por el contrario, un tamaño menor predispondría al tejido a la hipoxia, lo que provocaría la formación de cartilago en lugar de hueso. La microporosidad contribuye a un aumento de la superficie, así como a la adsorción de proteínas osteoinductores<sup>(25)</sup>.

La indicación del  $\beta$ -TCP en la elevación del seno

maxilar puede ser más favorable que la del hueso bovino mineralizado. De hecho, se ha encontrado una mayor neofirmación ósea en la regeneración ósea después de la cirugía del seno maxilar. Además, la combinación de  $\beta$ -TCP con injerto óseo autólogo en una proporción 1:1 muestra una formación ósea similar a la del injerto óseo autólogo solo, lo que indica que esta combinación es una alternativa viable, especialmente en casos de cantidad ósea limitada en la zona donante cuando es necesario la utilización de hueso autólogo<sup>(25)</sup>.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de nuevos biomateriales ha hecho posible que diversas situaciones clínicas implantológicas con compromiso óseo puedan ser tratadas con éxito. Los resultados del presente estudio han demostrado que después de un periodo superior a 7 años de seguimiento clínico desde la carga funcional de los implantes, aunque se han presentado algunas complicaciones, el éxito global del tratamiento ha sido muy elevado, demostrando la eficacia clínica del betafosfato tricálcico en implantología oral.

## FUNDING

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Shamsoddin E, Houshmand B, Golabgiran M. Biomaterial selection for bone augmentation in implant dentistry: A systematic review. *J Adv Pharm Technol Res* 2019; 10:46-50.
- Garcia DC, Mingrone LE, Sá MJC. Evaluation of osseointegration and bone healing using pure-phase  $\beta$ -TCP ceramic implant in bone critical defects: a systematic review. *Front Vet Sci* 2022; 9:859920.
- Kollek NJ, Pérez-Albacete Martínez C, Granero Marín JM, Maté Sánchez de Val JE. Prospective clinical study with new materials for tissue regeneration: a study in humans. *Eur J Dent* 2023; 17:727-34.
- Marconcini S, Covani U, Giammarinaro E, Velasco-Ortega E, De Santis M, Alfonsi F, Barone A. Clinical success of dental implants placed in posterior mandible augmented with interpositional block graft: 3-year results from a prospective cohort clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2019; 77: 289-98.
- Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone grafts and substitutes in dentistry: A review of current trends and developments. *Molecules* 2021; 26: 3007.
- Al-Namnam NM, Lau MN, Lim GS, Raman R, Fairbairn P, Ngeow WC. Synthetic material for bone, periodontal, and dental tissue regeneration: where are we now, and where are we heading next? *Materials* 2021; 14: 6123.
- Martínez O, Barone A, Covani U, Fernández A, Jiménez A, Monsalve L, Velasco E. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Av Odontostomatol* 2018; 34:111-19.
- Miron RJ, Hedbom E, Saulacic N, Zhang Y, Sculean A, Bosshardt DD, et al. Osteogenic potential of autogenous bone grafts harvested with four different surgical techniques. *J Dent Res* 2011; 90:1428-33.
- Heimes D, Pabst A, Becker P, Hartmann A, Kloss F, Tunkel J, et al. Comparison of morbidity-related parameters between autologous and allogeneic bone grafts for alveolar ridge augmentation from patients' perspective-a questionnaire-based cohort study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2024; 26:170-82.
- Iezzi G, Valente NA, Velasco-Ortega E, Piatelli A, Perez A, D'Amico E, Barone A. Alveolar ridge preservation procedures performed with a freeze-dried bone allograft: histologic outcomes in a cohort study. Part I. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2023; 43: 675-85.
- Alfonsi F, Baldi N, Romeggio S, Tonelli P, Iezzi G, Velasco E, Barone A. Histomorphometrical and clinical analysis of ridge preservation procedures in extraction sockets with buccal bone defects (>5 mm) using an in situ hardening biphasic calcium phosphate (HA/ $\beta$ -TCP) graft and a bioresorbable matrix: a human study at 6 months. *J Appl Sci* 2020; 10: 3034.
- Gao L, Zhu H, Kou Y, Hu H, Wu Y, Tang Z, Li Q. The effects of  $\beta$ -TCP and/or xenogeneic bone substitute on alveolar ridge preservation: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2025; 29:200.
- Roca-Millán E, Jané-Salas E, Marí-Roig A, Jiménez-Guerra A, Ortiz-García I, Velasco-Ortega E, López-López J, Monsalve-Guil L. The application of beta-tricalcium phosphate in implant dentistry: a systematic evaluation of clinical studies. *Materials* 2022; 15: 655.
- Velasco-Ortega E, Sierra-Baztán A, Jiménez-Guerra A, España-López A, Ortiz-García I, Núñez-Márquez E, Moreno-Muñoz J, Rondón-Romero JL, López-López J, Monsalve-Guil L. Long-term clinical study of implants placed in maxillary sinus floor augmentation using beta-tricalcium phosphate. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18:9975.
- Jasser RA, AlSubaie A, AlShehri F. Effectiveness of beta-tricalcium phosphate in comparison with other materials in treating periodontal infra-bony defects around natural teeth: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2021; 21:219.
- Leventis MD, Fairbairn P, Kakar A, Leventis AD, Margaritis V, Lückerrath W, Horowitz RA, Rao BH, Lindner A, Nagursky H. Minimally invasive alveolar ridge preservation utilizing an in situ hardening  $\beta$ -tricalcium phosphate bone substitute: a multicenter case series. *Int J Dent* 2016; 2016:5406736.
- Kumar K, Singh R, Mugal V, Dhingra N, Priyadarshni P, Bandgar S. Preservation of alveolar ridge using graft material after tooth extraction: a clinical trial. *J Pharm*

Bioallied Sci 2021;13(Suppl 1): S456-S60.

18. Harel N, Moses O, Palti A, Ormianer Z. Long-term results of implants immediately placed into extraction sockets grafted with  $\beta$ -tricalcium phosphate: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2013; 71:63-8.
19. Cheah CW, Al-Namnam NM, Lau MN, Lim GS, Raman R, Fairbairn P, Ngeow WC. Synthetic material for bone, periodontal, and dental tissue regeneration: where are we now, and where are we heading next? *Materials* 2021; 14:6123.
20. Aragonese Lamas JM, Sánchez MG, González LC, Suárez García A, Aragonese Sánchez J. Vertical bone gain after sinus lift procedures with beta-tricalcium phosphate and simultaneous implant placement-a cross-sectional study. *Medicina* 2020; 56:609.
21. Loin J, Kün-Darbois JD, Guillaume B, Badja S, Libouban H, Chappard D. Maxillary sinus floor elevation using Beta-Tricalcium-Phosphate (beta-TCP) or natural bone: same inflammatory response. *J Mater Sci Mater Med*. 2019; 30:97.
22. Okada T, Kanai T, Tachikawa N, Munakata M, Kasugai S. Long-term radiographic assessment of maxillary sinus floor augmentation using beta-tricalcium phosphate: analysis by cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent* 2016; 2:8.
23. Oba Y, Tachikawa N, Munakata M, Okada T, Kasugai S. Evaluation of maxillary sinus floor augmentation with the crestal approach and beta-tricalcium phosphate: a cone-beam computed tomography 3- to 9-year follow-up. *Int J Implant Dent* 2020; 6:27.
24. Sulyhan-Sulyhan K, Barberá-Millán J, Larrazábal-Morón C, Espinosa-Giménez J, Gómez-Adrián MD. Radiographic study of transcrestal sinus floor elevation using osseodensification technique with graft material: a pilot study. *Biomimetics* 2024; 9:276
25. Mendes BC, Pereira RDS, Mourão CFAB, Montemezzi P, Santos AMS, Moreno JML, Okamoto R, Hochuli-Vieira E. Evaluation of two beta-tricalcium phosphates with different particle dimensions in human maxillary sinus floor elevation: a prospective, randomized clinical trial. *Materials* 2022; 15:1824.

## CORRESPONDENCIA

Prof. Eugenio Velasco Ortega  
Facultad de Odontología de Sevilla.  
C/ Avicena s/n  
Tfno: 954 481132 e-mail: evelasco@us.es  
41009 Sevilla.