



## CASO CLÍNICO

# COMPORTAMIENTO CLÍNICO, RADIOGRÁFICO E HISTOMORFOMÉTRICO DEL DIENTE AUTÓLOGO COMO BIOMATERIAL EN ELEVACIÓN DE SENO MAXILAR DE ACCESO LATERAL. CASO CLÍNICO CON SEIS MESES DE SEGUIMIENTO POST-CARGA PROTÉSICA

Beca Campoy T, Sánchez-Labrador L, Cortés-Bretón J, Blanco Antona LA, Martínez-González JM.  
Comportamiento clínico, radiográfico e histomorfométrico del diente autólogo como biomaterial en elevación de seno maxilar de acceso lateral. Caso clínico con seis meses de seguimiento post-carga protésica.  
Cient. Dent. 2024; 21; 1; 30-39



**Beca Campoy, Tomás**  
Práctica privada cirugía e implantes en Madrid.  
Doctorando en Cirugía y Odontología por la Universidad de Salamanca (USAL).

**Sánchez-Labrador, Luis**  
Profesor colaborador honorífico. Departamento Especialidades Clínicas Odontológicas. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

**Cortés-Bretón, Jorge**  
Profesor asociado Cirugía Bucal. Departamento de Especialidades Clínicas Odontológicas. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

**Blanco Antona, Leticia Alejandra**  
Profesora asociada Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Salamanca (USAL).

**Martínez-González, José María**  
Profesor titular Cirugía Maxilofacial. Facultad de Odontología. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Indexada en / Indexed in:  
- IME  
- IBECs  
- LATINDEX  
- GOOGLE ACADÉMICO

### Correspondencia:

Prof. Dr. José María Martínez González  
Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM),  
Plaza Ramón y Cajal s/n CP 28040  
Madrid (España).  
jmargo@ucm.es

Fecha de recepción: 26 de febrero de 2024.  
Fecha de aceptación para su publicación:  
5 de abril de 2024.

## RESUMEN

**Introducción:** la pérdida ósea tras las extracciones puede requerir en el maxilar posterior la realización de una elevación de seno para la correcta colocación de implantes. El hueso autólogo se considera el *gold estándar*, pero tiene una alta tasa de reabsorción y morbilidad, haciendo que haya otras alternativas como el diente autólogo, con buenos resultados en procedimientos regenerativos. Este caso clínico evalúa a nivel clínico, radiográfico e histomorfométrico el empleo del diente autólogo en elevación de seno maxilar y el comportamiento de dos implantes colocados de manera diferida.

**Caso clínico:** se presenta el caso de una mujer de 48 años, que acudió a consulta para reponer el sector posterior derecho. Se realizó la exodoncia del 4.8 como diente donante para utilizarlo como biomaterial en una elevación de seno de acceso lateral, colocando dos implantes seis meses tras la intervención, y evaluándolos seis meses tras su carga protésica.

**Discusión:** el diente autólogo en el presente caso clínico presentó un 30,56% de hueso neoformado tras seis meses de espera, con mejores resultados que al emplear aloinjertos y xenoinjertos. Además, diferentes aspectos culturales y étnicos respaldan la aceptación del diente autólogo por parte de los pacientes, aunque se necesitan más estudios a largo plazo para evaluar la estabilidad de este tipo de injerto en elevación de seno maxilar.

**Conclusiones:** el diente autólogo en la elevación de seno ofrece biocompatibilidad, baja incidencia de complicaciones y buena aceptación por parte del paciente, con un buen comportamiento clínico y ra-

CLINICAL, RADIOGRAPHIC AND HISTOMORPHOMETRIC BEHAVIOUR OF THE AUTOLOGOUS TOOTH AS A BIOMATERIAL IN LATERAL ACCESS MAXILLARY SINUS ELEVATION. CASE REPORT WITH SIX MONTHS OF POST-PROSTHETIC LOADING FOLLOW-UP

## ABSTRACT

**Introduction:** Bone loss after extractions may require a sinus elevation to be performed in the posterior maxilla for the correct placement of implants. Autologous bone is considered the gold standard, but has a high rate of resorption and morbidity, leading to other alternatives such as autologous tooth, with good results in regenerative procedures. This case report evaluates at the clinical, radiographic and histomorphometric level the use of the autologous tooth in maxillary sinus elevation and the behaviour of two implants placed in a delayed manner.

**Case report:** The case is presented of a 48-year-old woman who came for consultation to replace the right posterior sector. The extraction of 4.8 as a donor tooth was performed to use it as a biomaterial in a lateral access sinus elevation, placing two implants six months after the intervention, and evaluating them six months after their prosthetic loading.

**Discussion:** The autologous tooth in this case report showed 30.56% of newly formed bone following a six-month wait, with better results than when allografts and xenografts were used. In addition,

diográfico de los implantes, a pesar del poco tiempo transcurrido en este caso tras la carga.

## PALABRAS CLAVE

Diente autólogo; Elevación de seno lateral; Dentina autóloga.

different cultural and ethnic aspects support the acceptance of the autologous tooth by patients. However, more long-term studies are needed to evaluate the stability of this type of graft in maxillary sinus elevation.

**Conclusions:** The autologous tooth in the sinus elevation offers biocompatibility, low incidence of complications and good patient acceptance, with good clinical and radiographic behaviour of the implants, despite the short time elapsed in this case after loading.

## KEY WORDS

Autologous tooth; Lateral sinus elevation; Autologous dentin.

## INTRODUCCIÓN

Tres meses tras una extracción dental, se produce una pérdida del 50% de las dimensiones óseas iniciales del alveolo, cobrando especial importancia en la región posterior del maxilar. En esta región anatómica, la pérdida de los dientes antrales produce una neumatización tridimensional del seno maxilar, pudiendo alcanzar la cresta alveolar y la región anterior, la zona tuberositaria y el hueso cigomático. Este doble proceso de neumatización y remodelación ósea reduce la disponibilidad ósea en sentido horizontal y vertical, pudiendo comprometer el tratamiento con implantes y su estabilidad a largo plazo<sup>1-6</sup>.

En estos casos, la técnica más predecible para la reconstrucción ósea es la elevación de seno maxilar, que permite una correcta colocación de implantes y su posterior restauración implantosoportada, mejorando la cantidad y calidad ósea del lecho implantado. Entre las técnicas de elevación del seno maxilar, la técnica de acceso lateral está indicada cuando la altura ósea vertical es  $\leq 4$  mm, colocando los implantes de manera diferida, mientras que con una altura  $\geq 5$  mm, se recomienda la técnica de elevación de seno transcrestal e implantes más cortos, o técnica abierta con implantes simultáneos de mayor longitud<sup>7,8</sup>.

La elevación de seno de acceso lateral, también denominada técnica abierta, es una técnica bien documentada, habiendo sido descrita por Tatum<sup>9</sup> en 1976 y publicada posteriormente por Boyne y James<sup>10</sup> en 1980. Consiste en la realización de un colgajo a espesor total, para poder acceder a la cara anteroexterna del seno maxilar, y mediante osteotomía realizar una ventana en la cortical vestibular, exponiendo la membrana de Schneider. Una vez expuesta esta membrana, será despegada cuidadosamente y se elevará hasta tener una posición horizontal para formar el nuevo suelo del seno, colocándose posteriormente un biomaterial de relleno. Se puede colocar una membrana

reabsorbible o no antes de suturar, para evitar el desplazamiento del injerto y la colonización del interior del seno por el periostio procedente del colgajo<sup>11,12</sup>.

Entre los biomateriales empleados en esta técnica, el hueso autólogo es actualmente considerado como *gold standard* debido a que proporciona un buen andamiaje para la osteoconducción, contiene factores de crecimiento para favorecer la osteoinducción y células osteocompetentes para permitir los procesos de osteogénesis, aunque ciertos inconvenientes como la morbilidad de la zona donante, su limitada disponibilidad y su alta tasa de reabsorción, pueden condicionar su uso<sup>13,14</sup>.

Por estos motivos se han empleado diferentes sustitutos óseos (aloinjertos, xenoinjertos y materiales aloplásticos). La mayoría de estos biomateriales solo presentan propiedades osteoconductoras y tiempos de reabsorción muy variables, que van desde los muy cortos (derivados del ácido poliglicólico y poliláctico) a los muy largos (hidroxipatitas), mientras que otros pueden presentar reacciones inmunes (aloinjertos). Debido a estas desventajas, se han incrementado en los últimos años los estudios sobre el comportamiento del diente en diferentes procedimientos regenerativos, por su similitud con el hueso humano<sup>15,16</sup>.

Kim y cols.<sup>17</sup> describieron las propiedades osteoinductivas y osteoconductoras del diente, así como una menor morbilidad y mayor aceptación por parte del paciente, habiéndose demostrado su buen comportamiento clínico y radiográfico en procedimientos de elevación de seno maxilar, regeneración ósea guiada y preservación alveolar<sup>18</sup>.

El objetivo del presente caso clínico es evaluar clínica, radiográfica e histomorfométricamente el uso del diente autólogo como biomaterial en elevación de seno maxilar, así como el comportamiento clínico y radiográfico de dos implantes colocados de manera diferida a la elevación de seno, y su evolución seis meses tras la carga protésica de los mismos.

## CASO CLÍNICO

Se presenta un caso clínico de una mujer de 48 años, que acudió a consulta para reponer el sector posterior del primer cuadrante.

En la historia clínica, no se evidenciaron antecedentes médico-quirúrgicos de interés, alergias medicamentosas conocidas ni hábitos nocivos. A la exploración intraoral, se apreciaron las ausencias de 1.6 y 1.7 y la presencia del 1.8 y 4.8 (Figura 1). En la exploración radiográfica mediante escáner de haz cónico (CBCT) se apreció una altura residual de 5,0 mm en 1.6, donde se podría colocar un implan-

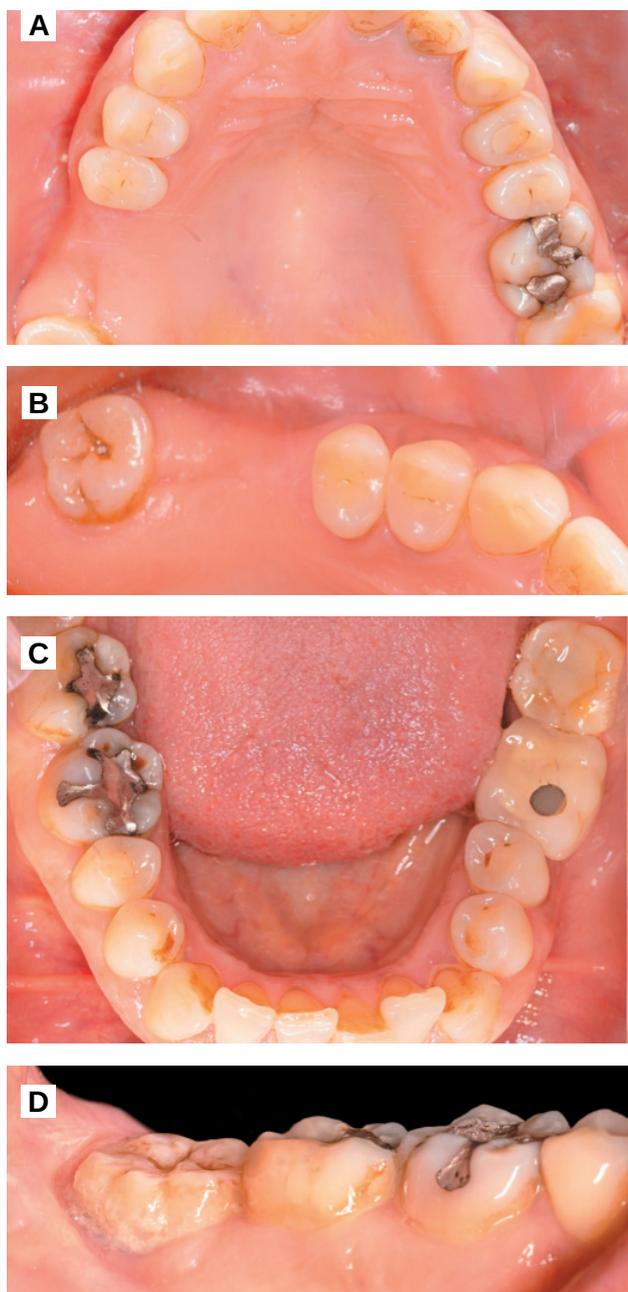


Figura 1. A. Vista oclusal del maxilar. B. Detalle donde se aprecia las ausencias de 1.6 y 1.7. C. Vista oclusal de la mandíbula. D. Vista lateral del 4.8

te simultáneo, y de 2,6 mm en la zona del 1.7, dificultando la colocación de un implante de manera simultánea a la elevación de seno de acceso lateral (Figura 2).

Se planificó la exodoncia del 4.8 para utilizarlo como diente donante, para lo que se firmó previamente el consentimiento informado. Se realizó un bloqueo anestésico mediante articaína (Inibsa®, Barcelona, España) al 4% con adrenalina 1:100.000 del nervio dentario inferior, del nervio lingual y, por último, del nervio bucal. Al ser un diente sin procesos infecciosos asociados, únicamente se eliminó del diente el cálculo mediante instrumental ultrasónico y se realizó la extracción de la forma más atraumática posible. Se pulió la superficie radicular con fresas de diamante de turbina con abundante irrigación, eliminando de esta forma el ligamento periodontal (Figura 3).

Se registró el peso del diente una vez limpio en una balanza de precisión (Ohaus® YA 102, YA Gold Series, Nueva Jersey, EEUU) registrando 2,1 g de peso, y se cortó el diente en fragmentos  $\leq 5$  mm, colocándose secos dentro del molino del dispositivo Tooth Transformer® (S.R.L, Milán, Italia), tal y como indica el fabricante. Una vez introducido se colocó dentro del dispositivo y se añadió el recipiente con los líquidos, para desmineralizar el diente liberando BMP-2 y colágeno tipo 1, eliminando cualquier tipo de toxicidad residual. Cuando se insertaron todos los componentes la cubierta de la máquina se cerró y, presionando el botón de activación se inició el proceso hasta comprobar el molido de los fragmentos y el tamaño adecuado de partícula, gracias al tamiz que el recipiente recolector posee (400-800 $\mu$ m). En un plazo de 25 minutos se preparó el injerto de diente autólogo y se volvió a pesar en la balanza de precisión, registrando 2,6 g de peso (Figura 4).

Durante el tiempo de preparación del diente en el dispositivo Tooth Transformer® se realizó la elevación de seno de acceso lateral mediante un bloqueo anestésico con articaína 4% con adrenalina 1:100.000 (Inibsa®, Barcelona, España) del nervio alveolar superior posterior y medio, y el nervio palatino mayor. Tras una incisión de Neumann

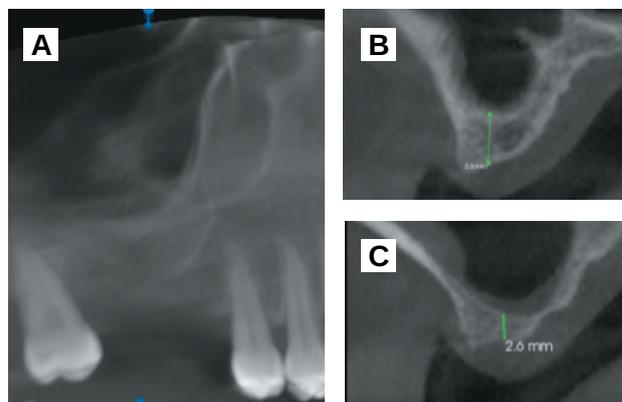


Figura 2. A. CBCT preoperatorio. B. Altura residual de 5.0 mm en 1.6. C. Altura residual de 2.6 mm en 1.7.

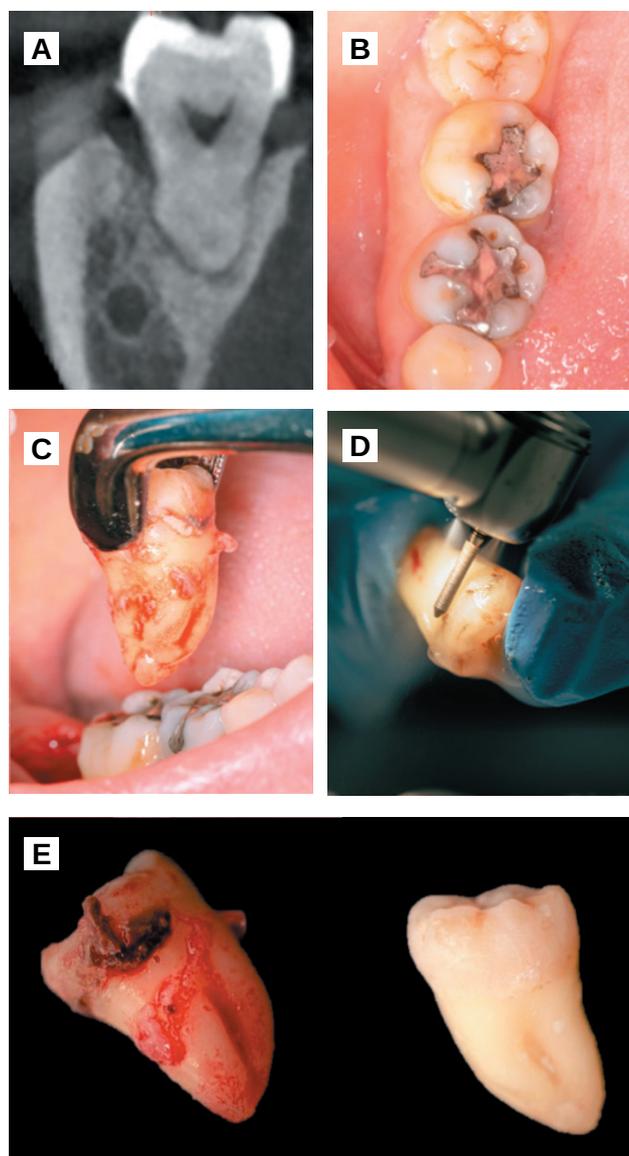


Figura 3. A. Corte ortorradiol del CBCT en 4.8. B. Visión oclusal del 4.8. C. Exodoncia del 4.8. D. Limpieza de la superficie radicular del 4.8 con fresa diamantada de turbina. E. Estado del 4.8 antes y después de su preparación.

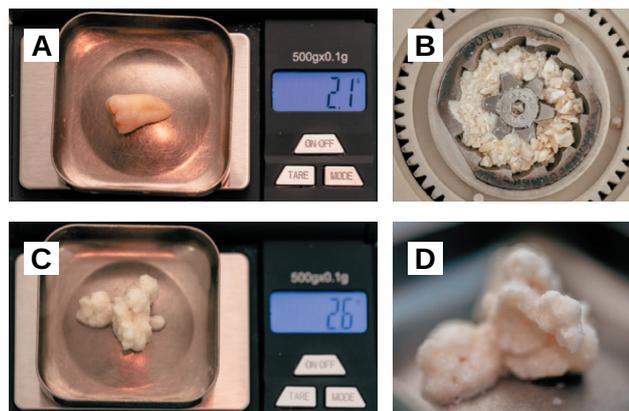


Figura 4. A. Registro del peso del 4.8 previo. B. Colocación del 4.8 particular en el molino del dispositivo Tooth Transformer®. C. Registro del peso del 4.8 una vez procesado. D. Aspecto del diente procesado.

parcial con una descarga vertical en la línea ángulo mesial del 1.5, se realizó el despegamiento mucoperiostico y mediante el sistema Sinus Master III® (MCTBIO, Gyeonggi-do, 17037, Corea del Sur) se realizó una osteotomía de forma controlada usando un sistema de presión hidráulica y fresas diamantadas. Se colocó el injerto de diente procesado en el interior del seno maxilar y se colocó una membrana reabsorbible de colágeno Lyoplant® (B. Braun Medical S.A, Barcelona, España) cubriendo el injerto. Tras este paso, se suturó con sutura monofilamento no reabsorbible de 4/0 (Supramid®, B. Braun, Barcelona, España) (Figuras 5 y 6).

Seis meses tras la cirugía de elevación de seno maxilar se realizó la reentrada para la colocación de implantes. Se obtuvo una biopsia de tejido óseo de 3 x 7 mm mediante treфина y se solicitó un análisis histomorfométrico, obteniendo un 30,56% de hueso vital (Figura 7). Tras la muestra para la biopsia se colocaron dos implantes bone level Naturactis de ETK® (ETK Implants S.L, Sant Boi de Llobregat, España) con un torque de inserción de 35 Ncm, comprobándose su correcta colocación en el postoperatorio inmediato mediante una radiografía periapical (Figura 8). Seis meses tras la colocación de los implantes la paciente pudo acudir a realizarse la segunda fase para colocar pilares de cicatrización, y mediante un CBCT de comprobación se valoró la altura ósea final, teniendo un incremento de 4,2 mm en la zona del 1.6, y de 6,1 mm en la zona del 1.7 (Figura 9).

Quince días después de la segunda fase se realizó la toma de impresiones para la realización de dos coronas ferulizadas cemento-atornilladas sobre bases de titanio, comprobándose el ajuste mediante una radiografía periapical paralelizada (Figura 10). Seis meses tras la colocación de la restauración se realizó una revisión clínica y radiográfica, observando el buen aspecto de los tejidos blandos (Figura 11).

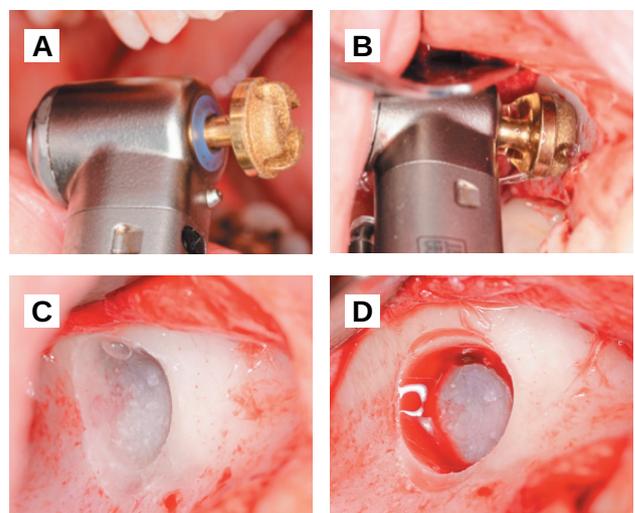


Figura 5. A. Fresa diamantada para acceso lateral. B. Aplicación de la fresa diamantada sobre la cortical vestibular. C. Comprobación de la osteotomía y grosor de la cortical vestibular. D. Membrana de Schneider intacta.

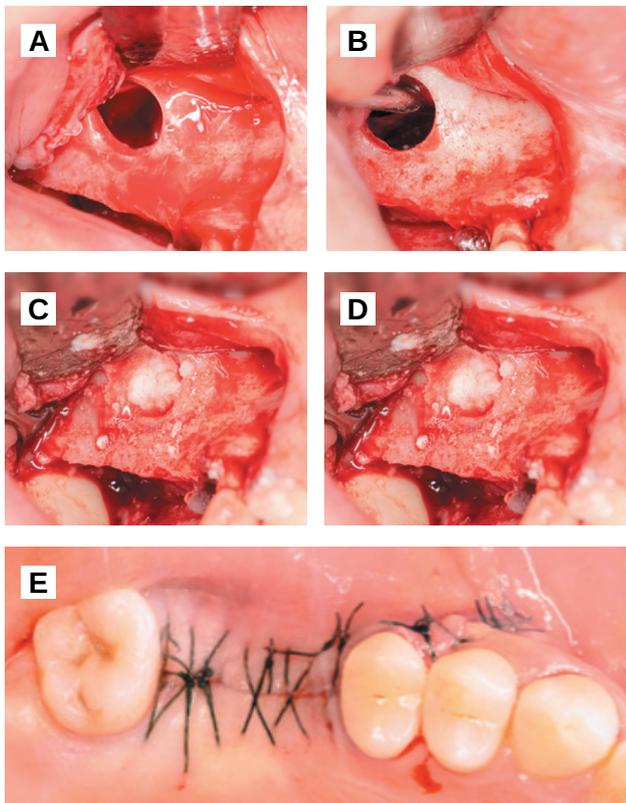


Figura 6. A y B. Despegamiento de la membrana de Schneider. C. Colocación del biomaterial dentario. D. Membrana de colágeno sobre la ventana lateral. E. Sutura de la herida quirúrgica.

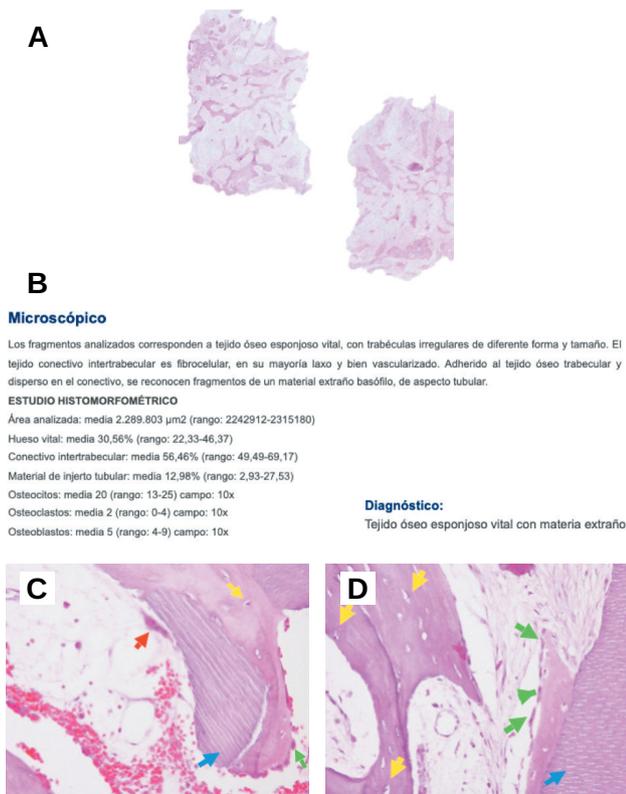


Figura 7. A. Lámina de histomorfometría. B. Estudio histomorfométrico. C y D. Cortes histológicos: Verde: osteoblasto. Amarillo: osteocito. Rojo: osteoclasto. Azul: Dentina

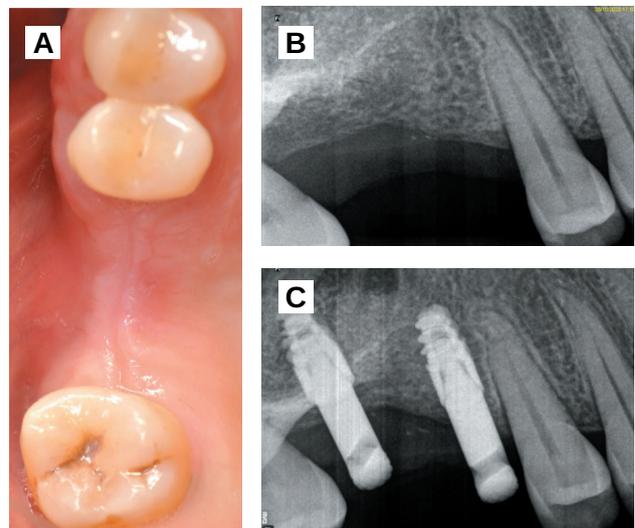


Figura 8. A. Aspecto postoperatorio a los 6 meses. B. Rx periapical preoperatoria a la colocación de los implantes. C. Colocación de los implantes.

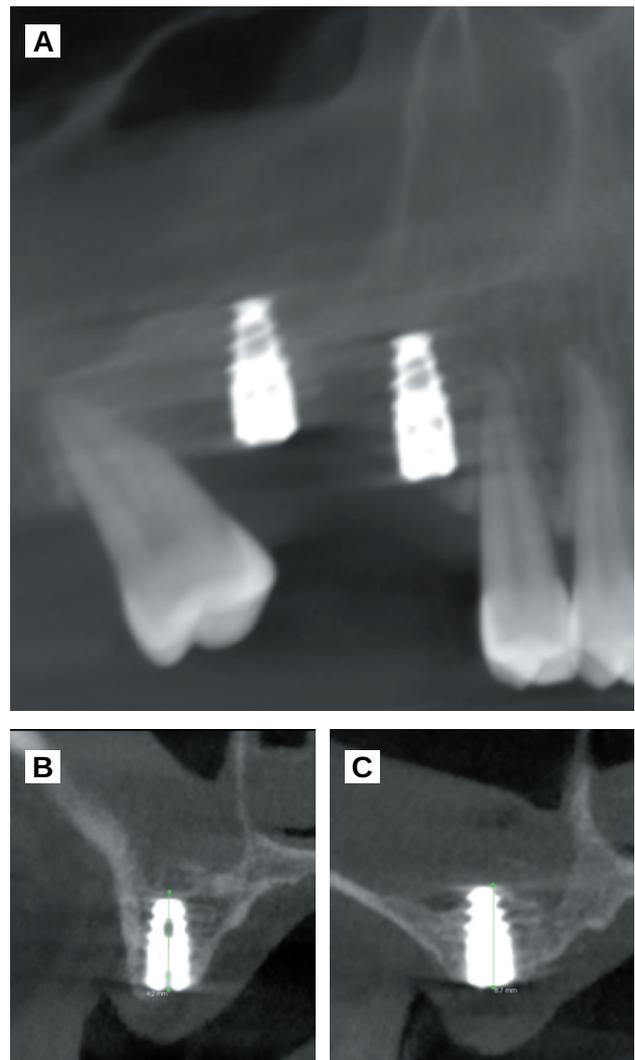


Figura 9. A. CBCT a los 6 meses tras la colocación de los implantes. B. Altura final de 9,2 mm en la zona del 1.6. C. Altura final de 8,7 mm en la zona del 1.7

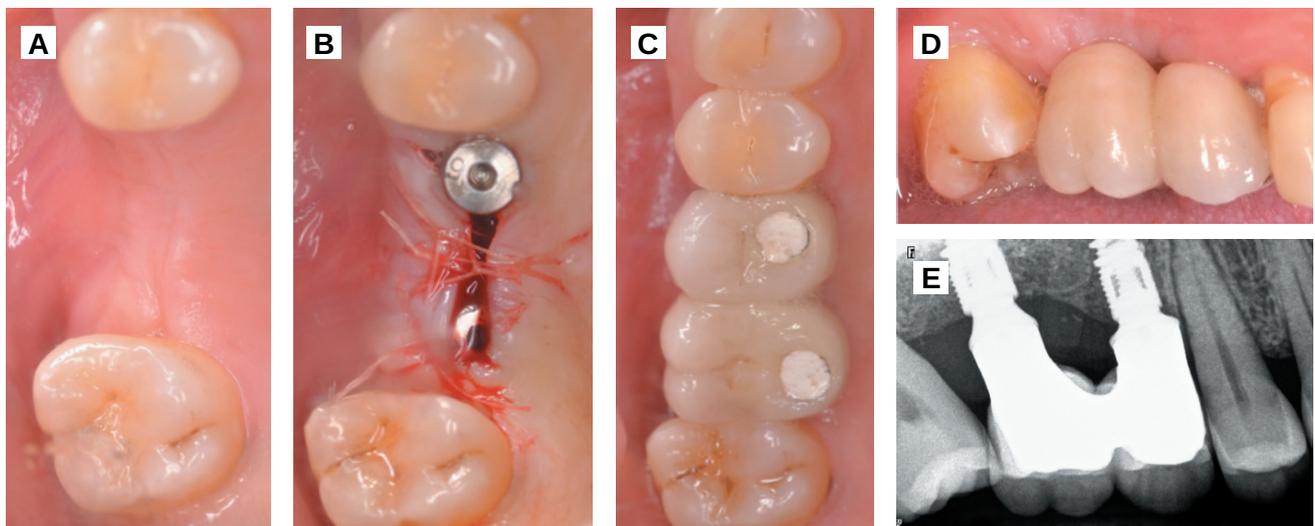


Figura 10. A. Vista oclusal de los tejidos blandos previo a la segunda fase de los implantes. B. Colocación de pilares de cicatrización. C. Vista oclusal con coronas implantoportadas. D. Vista lateral con ajuste de tejidos blandos. E. Radiografía periapical para comprobar ajuste de la prótesis.

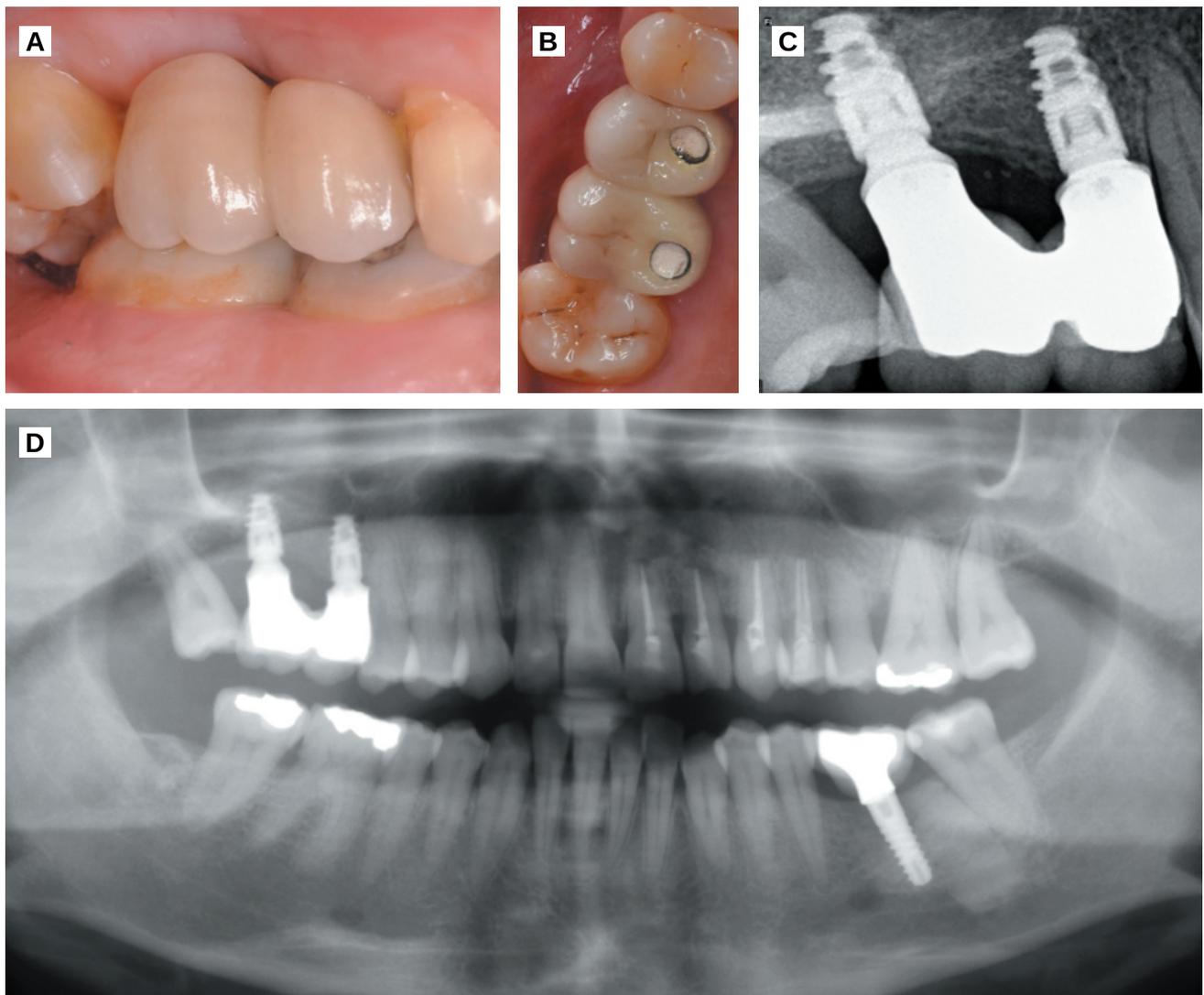


Figura 11. Imágenes a los 6 meses de carga. A. Vista lateral de las coronas implantoportadas. B. Vista oclusal de las coronas implantoportadas. C. Radiografía periapical. D. Radiografía panorámica.

## DISCUSIÓN

En las últimas décadas, se ha investigado el uso de biomateriales derivados de estructuras dentales, como la dentina y el esmalte, en diferentes procedimientos de regeneración ósea. Este enfoque se basa en el carácter autógeno de este material, eliminando la necesidad de una segunda zona donante, y en la similitud estructural y química entre diente y tejido óseo, que aporta propiedades de osteoconducción y osteoinducción.

Químicamente, la composición inorgánica de la dentina es del 70% frente al 65% del hueso autólogo, mientras que la parte orgánica de la dentina es del 20% frente al 25% del hueso autólogo, siendo el contenido en agua del 10% común en ambos. El contenido inorgánico es principalmente hidroxiapatita, mientras que la materia orgánica consiste principalmente en colágeno tipo I, así como proteínas morfogénicas óseas (BMP)<sup>19</sup>.

Algunos autores consideran que diferentes procesos de desmineralización favorecen la liberación de factores de crecimiento de tipo insulina (IGF), proteína morfogenética ósea tipo 2 (BMP-2), factor de crecimiento transformante beta (TFG-beta) y el colágeno tipo I, directamente involucrados en la osteoinducción y angiogénesis. Los mecanismos de estimulación de la dentina desmineralizada en la regeneración ósea son bastante similares a la formación de hueso neoformado al emplear hueso autólogo. Tras la desmineralización, tanto la matriz ósea como la matriz de dentina desmineralizada tienen mayor facilidad para liberar colágeno tipo I, factores de crecimiento y BMP-2, aportando osteoinducción en los procedimientos regenerativos<sup>20,21</sup>.

El contenido inorgánico, formado por cuatro tipos de fosfatos cálcicos (fosfato cálcico amorfo, hidroxiapatita, fosfato octacálcico y fosfato tricálcico,) aportan al diente la osteoconducción, permitiendo una baja tasa de reabsorción, menor que la del hueso autólogo, asegurando una mayor estabilidad con el paso del tiempo<sup>20,22</sup>.

A pesar de que el uso del hueso autólogo en regeneración ósea se sigue considerando como el *gold standard* de los biomateriales, la utilización del diente respecto a otros biomateriales empleados en elevación de seno, como xenoinjertos, ha aportado una mayor formación ósea y menor cantidad de biomaterial residual. Además, el diente como biomaterial muestra una mayor cantidad de tejido osteoide rodeando a las partículas del diente tratado, siendo estas sustituidas por una mayor cantidad de hueso neoformado a lo largo del tiempo<sup>18, 23-26</sup>.

El empleo de hueso autólogo en elevación de seno de acceso lateral ha mostrado una tasa de reabsorción mayor respecto a otros biomateriales. Pesce y cols.<sup>27</sup>, en su revisión sistemática de 2021 comprobaron las distintas tasas

de reducción volumétrica entre diferentes biomateriales tras 6 meses de espera, siendo el xenoinjerto el material que presentó menor reducción de volumen ( $7,30 \pm 15,49$  %) y el hueso autólogo el que mayor reducción volumétrica sufrió ( $41,71 \pm 12,63$  %), situándose entre medias los injertos aloplásticos ( $27,82 \pm 15,58$  %) y los aloinjertos ( $30,23 \pm 1,61$  %). De hecho, debido a la alta tasa de reabsorción que presenta el hueso autólogo, Khijmatgar y cols.<sup>28</sup>, observaron un mejor funcionamiento y una menor tasa de reabsorción al combinarlo con diferentes biomateriales (xenoinjerto, materiales aloplásticos).

El porcentaje de hueso neoformado obtenido al emplear el diente autólogo como biomaterial en el presente caso clínico es de 30,56%, seis meses tras la elevación de seno maxilar de acceso lateral. Este dato es similar al obtenido por otros autores empleando el diente como biomaterial, como Jun SH y cols.<sup>29</sup>, con un  $31,07 \pm 14,52$  tras 4 meses de la intervención, o Minetti y cols.<sup>30</sup> con un  $36,28\% \pm 9,77\%$  tras 6 meses de espera. Por otro lado, la cantidad de hueso neoformado al emplear injertos aloplásticos es de 20,3-33,40% tras 6 meses de cicatrización, 22,8% al emplear xenoinjerto de origen equino y 16,1%-23,02% en el caso de xenoinjertos de origen bovino, sin embargo, mediante el empleo de aloinjertos se obtienen porcentajes más elevados de hueso neoformado, en torno al 20,47-32,1%<sup>31-34</sup>.

En un estudio reciente in vitro se han descrito las características fisicoquímicas y bioquímicas de la dentina y de la matriz del esmalte obtenidas tras el procesamiento con el dispositivo Tooth Transformer® (S.R.L, Milán, Italia). Parece que el tamaño de partícula juega un papel relevante a la hora de mejorar la cicatrización de los tejidos blandos y la capacidad de reabsorción por el organismo, favoreciendo la regeneración ósea. En este sentido, los diferentes dispositivos disponibles en el mercado permiten obtener un tamaño de partícula constante entre los 400-800  $\mu\text{m}$  (Tooth Transformer®), 300-1200  $\mu\text{m}$  (Smart Dentin Grinder®) y 425-1500  $\mu\text{m}$  (Bone Maker®). Al no emplear ninguno de estos dispositivos, los tamaños de partícula son muy heterogéneos, retrasando la cicatrización y regeneración correctas de los tejidos. Si bien una vez que la dentina está parcialmente desmineralizada, y los túbulos dentinarios se ensanchan, los osteoclastos liberan con mayor facilidad el contenido orgánico del interior de la misma, e induciendo a la diferenciación de los osteoblastos que, en un tamaño de partícula entre 800-1000  $\mu\text{m}$  tendrán mejores resultados de formación ósea que en tamaños de 426-600  $\mu\text{m}$ , siendo muy pobres los resultados en las partículas de 180-212  $\mu\text{m}$ <sup>35-38</sup>.

A parte de su potencial para reducir costos, distintos factores culturales y étnicos pueden entrar en conflicto directo con distintos tipos de biomateriales, como los xenoinjertos y aloinjertos, los cuales según estudios recientes parecen tener las mayores tasas de rechazo por parte de los pa-

cientes, haciendo que el diente presente otra ventaja importante a la hora de ser utilizado<sup>39</sup>.

El injerto de diente autólogo muestra en el caso clínico presentado un buen comportamiento clínico, radiográfico e histomorfométrico tras la realización de una elevación de seno de acceso lateral con la colocación diferida de dos implantes, pese a que el tiempo de seguimiento es de solo 6 meses tras la

restauración prostodóncica, por lo que son necesarios estudios que evalúen a largo plazo otros parámetros importantes como la pérdida ósea marginal.

## CONCLUSIONES

El uso del diente autólogo como biomaterial en elevación de seno maxilar lateral es una alternativa respecto a otros biomateriales, presentando una gran biocompatibilidad, baja tasa de complicaciones intraoperatorias y buena aceptación por parte del paciente. Presenta un buen aspecto radiográfico con el paso del tiempo, aunque el tiempo de seguimiento del presente caso clínico es de solo 6 meses postcarga protésica de los implantes. El comportamiento de los implantes en el hueso regenerado con el diente como biomaterial presenta un buen comportamiento clínico y radiográfico, a pesar del poco tiempo transcurrido desde su carga.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol* 2000 2017; 73 (1):73–83.
2. Fischer KR, Gotz W, Kauffmann F, Schmidlin PR, Friedmann A. Ridge preservation of compromised extraction sockets applying a soft cortical membrane: a canine proof-of-principle evaluation. *Ann Anat* 2020; 231:151524.
3. Lawson W, Patel ZM, Lin FY. The development and pathologic processes that influence maxillary sinus pneumatization. *Anat Rec (Hoboken)* 2008; 291(11):1554-1563.
4. Lana JP, Carneiro PM, Machado Vde C, de Souza PE, Manzi FR, Horta MC. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(12):1398-1403.
5. Yücesoy T, Göktaş TA. Evaluation of sinus pneumatization and dental implant placement in atrophic maxillary premolar and molar regions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2022; 37(2):407–415.
6. Horváth A, Mardas N, Mezzomo LA, Needleman IG, Donos N. Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clin Oral Investig* 2013; 17(2): 341-363.
7. Tsai CF, Pan WL, Pan YP et al. Comparison of 4 sinus augmentation techniques for implant placement with residual alveolar bone height  $\leq 3$  mm. *Medicine (Baltimore)* 2020; 99(46):e23180.
8. Shah D, Chauhan C, Shah R. Survival rate of dental implant placed using various maxillary sinus floor elevation techniques: A systematic review and meta-analysis. *J Indian Prosthodont Soc* 2022; 22(3):215-224.
9. Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986; 30 (2):207-229.
10. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980; 38 (8):613-616.
11. Wallace SS, Tarnow DP, Froum SJ et al. Maxillary sinus elevation by lateral window approach: Evolution of technology and technique. *J Evid Based Dent Pract* 2012; 12:161-171.
12. Ohayon L, Taschieri S, Friedmann A, Del Fabbro M. Bone graft displacement after maxillary sinus floor augmentation with or without covering barrier membrane: A retrospective computed tomographic image evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34:681-691.
13. Sakkas A, Wilde F, Heufelder M, Winter K, Schramm A. Autogenous bone grafts in oral implantology is it still a “gold standard”? A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures. *Int J Implant Dent* 2017; 3:1-23.
14. Jeong KI, Kim SG, Kim YK, Oh JS, Jeong MA, Park JJ. Clinical study of graft materials using autogenous teeth in maxillary sinus augmentation. *Implant Dent* 2011; 20:471-475.
15. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci* 2017; 125 (5):315-337.
16. Alkaabi SA, Alsabri GA, NatsirKalla DS et al. A systematic review on regenerative alveolar graft materials in clinical trials: Risk of bias and meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2022; 75(1):356-365.
17. Kim YK, Kim SG, Byeon JH et al. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109 (4):496-503.
18. Sánchez-Labrador L, Bazal-Bonelli S, Pérez-González F, Sáez-Alcaide LM, Cortés-Bretón Brinkmann J, Martínez-González JM. Autogenous particulated

- dentin for alveolar ridge preservation. A systematic review. *Ann Anat* 2023; 14 (246):152024.
19. Min BM. *Oral biochemistry*. Springer Nature, 2023.
  20. Kim YK, Lee J, Um IW et al. Tooth-derived bone graft material. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2013; 39 (3):103-111.
  21. Kabir A, Murata M, Kusano K et al. Radiological evaluation of human dentin autografts in Bangladesh. *J. Hard Tissue Biol* 2014; 23:363-370.
  22. Schmidt-Schultz TH, Schultz M. Intact growth factors are conserved in the extracellular matrix of ancient human bone and teeth: A storehouse for the study of human evolution in health and disease. *Biol Chem* 2005; 386: 767-776.
  23. Misch C. Maxillary autogenous bone grafting. *Dent Clin of North Am* 2011; 55: 697-713.
  24. Ramírez Fernández MP, Mazón P, Gehrke SA, Calvo-Guirado JL, De Aza PN. Comparison of two xenograft materials used in sinus lift procedures: material characterization and in vivo behavior. *Materials (Basel)* 2017;10 (6):623.
  25. Campoy TB. Autologous dentin graft behavior in bone regeneration: two histologies at 5 and 10 months. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2021; 41 (6):835-842.
  26. Joshi CP, Dani NH, Khedkar SU. Alveolar ridge preservation using autogenous tooth graft versus beta-tricalcium phosphate alloplast: A randomized, controlled, prospective, clinical pilot study. *J Indian Soc Periodontol* 2016; 20 (4):429-434.
  27. Pesce P, Menini M, Canullo L et al. Radiographic and histomorphometric evaluation of biomaterials used for lateral sinus augmentation: a systematic review on the effect of residual bone height and vertical graft size on new bone formation and graft shrinkage. *J Clin Med* 2021; 10 (21):4996.
  28. Khijmatgar S, Del Fabbro M, Tumedei M, Testori T, Cenzato N, Tartaglia GM. Residual bone height and new bone formation after maxillary sinus augmentation procedure using biomaterials: a network meta-analysis of clinical trials. *Materials (Basel)* 2023; 16 (4):1376.
  29. Jun SH, Ahn JS, Lee JI, Ahn KJ, Yun PY, Kim YK. A prospective study on the effectiveness of newly developed autogenous tooth bone graft material for sinus bone graft procedure. *J Adv Prosthodont*. 2014; 6 (6):528-538.
  30. Minetti E, Palermo A, Contessi M et al. Autologous tooth graft for maxillary sinus augmentation: a multicenter clinical study. *Int J Growth Factors Stem Cells Dent* 2019; 2 (3):45-51.
  31. La Monaca G, Iezzi G, Cristalli MP, Pranno N, Sfasciotti GL, Voza I. Comparative histological and histomorphometric results of six biomaterials used in two stage maxillary sinus augmentation model after 6 months healing. *Biomed Res Int* 2018; 2018:9430989.
  32. Kiliç SC, Guengoermues M, Parlak SN. Histologic and histomorphometric assessment of sinus-floor augmentation with beta-tricalcium phosphate alone or in combination with pure-platelet rich plasma or platelet-rich fibrin: A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2017;19 (5):959-967.
  33. Pang K, Lee J, Choi S, Kim Y, Kim B, Lee J. Maxillary sinus augmentation with calcium phosphate double-coated anorganic bovine bone: comparative multicenter randomized clinical trial with histological and radiographic evaluation. *Implant Dent* 2019; 28 (1):39-45.
  34. Avila-Ortiz G, Neiva R, Galindo Moreno P, Rudek I, Benavides E, Wang HL. Analysis of the influence of residual alveolar bone height on sinus augmentation outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(9):1082-1088.
  35. Minetti E, Berardini M, Trisi P. A new tooth processing apparatus allowing to obtain dentin grafts for bone augmentation: The tooth transformer. *Open Dent J* 2019; 13: 6-14.
  36. Pohl S, Binderman I, Tomac J. Maintenance of alveolar ridge dimensions utilizing an extracted tooth dentin particulate autograft and platelet rich fibrin: a retrospective radiographic cone beam computed tomography study. *Materials (Basel)* 2020; 13(5):1083.
  37. Campoy-Beca T. Fractura vertical: Socket shield e injerto autólogo de dentina. *RCOE* 2019; 24 (1): 22-30.
  38. Koga T, Minamizato T, Kawai Y et al. Bone regeneration using dentin matrix depends on the degree of demineralization and particle size. *PLoS One* 2016; 11 (1):e0147235.
  39. Bucchi C, Del Fabbro M, Arias A, Fuentes R, Mendes JM, Ordonneau M. Multicenter study of patients' preferences and concerns regarding the origin of bone grafts utilized in dentistry. *Patient Prefer Adherence* 2019; 13:179-185.