

# Fresado a bajas revoluciones sin irrigación versus fresado a altas revoluciones con irrigación para la preparación del lecho implantológico: una revisión bibliográfica de estudios clínicos

## *Low-speed drilling without irrigation versus high-speed drilling with irrigation for implant bed preparation: a literature review of clinical studies*

J.C. Bernabeu-Mira\*, M. Peñarrocha-Diago\*, D. Peñarrocha-Oltra\*

### RESUMEN

El fresado a bajas revoluciones sin irrigación ha sido descrito como una técnica para la preparación del lecho implantológico. Diversas ventajas sobre el fresado convencional han sido reportadas, sin embargo, existe la sospecha de que el sobrecalentamiento óseo pueda afectar los parámetros clínicos relacionados con el implante dental.

El objetivo de esta revisión fue evaluar las diferencias clínicas entre el fresado de baja velocidad sin irrigación y el fresado de alta velocidad con irrigación para la preparación del lecho implantológico

Un total de 124 artículos fueron encontrados y finalmente 9 artículos se incluyeron en la revisión. La evidencia científica actual muestra tasas de éxito y pérdida ósea marginal periimplantaria sin diferencias estadísticamente significativas entre las dos técnicas. Además, la mayor cantidad y las mejores características histomorfológicas y celulares del hueso recolectado mediante el fresado a bajas revoluciones sin irrigación suponen una ventaja a tener en cuenta. El calentamiento óseo se mantiene por debajo de la temperatura crítica para la osteonecrosis térmica en ambas técnicas.

En conclusión, el fresado a bajas revoluciones sin irrigación puede considerarse una técnica segura y predecible tanto como el fresado convencional. Además, la obtención de hueso autólogo en mayor cantidad y con mejores características celulares pueden aportar al clínico un recurso eficaz para ciertas situaciones clínicas. Aunque se necesitan mayor número de estudios clínicos..

**PALABRAS CLAVE:** Revisión bibliográfica, fresado, osteotomía, implante dental, irrigation..

### ABSTRACT

Low-speed drilling without irrigation has been described as a technique for preparing the implant bed. Different advantages over conventional drilling have been mentioned, however, the suspicion of bone overheating and therefore its possible affectation to the clinical parameters related to the dental implant.

The aim of this review was to assess the clinical differences between low-speed drilling without irrigation and high-speed drilling with irrigation for implant site preparation.

A total of 124 articles were found and finally 9 articles were included in the review. Current scientific evidence shows success rates and marginal peri-implant bone loss without statistically significant differences between the two techniques. In addition, the greater quantity and the better histomorphological and cellular

---

\* Unidad de Cirugía Oral, Departamento de Estomatología. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Valencia, Valencia, España.

characteristics of the bone collected by drilling at low revolutions without irrigation represent an advantage to be taken into account. Bone temperature is maintained below the critical temperature for thermal osteonecrosis for the both techniques.

In conclusion, low-speed reaming without irrigation may require as much a safe and predictable technique as conventional reaming. In addition, obtaining autologous bone in greater quantities and with better cellular characteristics can provide the clinician with an effective resource for certain clinical situations. However, more clinical studies are needed..

**KEY WORDS:** literature review, drilling, osteotomy, dental implant, irrigation.

**Fecha de recepción:** Marzo 2023.

**Fecha de aceptación:** Mayo 2023.

J.C. Bernabeu-Mira, M. Peñarrocha-Diago, D. Peñarrocha-Oltra. *Fresado a bajas revoluciones sin irrigación versus fresado a altas revoluciones con irrigación para la preparación del lecho implantológico: una revisión bibliográfica de estudios clínicos*. 2023; 39 (3): 18-25.

## INTRODUCCIÓN

Los implantes dentales presentan tasas de éxito elevadas de hasta el 95% en seguimientos a largo plazo<sup>(1)</sup>. Sin embargo, la técnica quirúrgica empleada para preparar la osteotomía es un factor importante para conseguir resultados satisfactorios<sup>(2)</sup>.

Aunque se han propuesto diversas técnicas quirúrgicas para la preparación del lecho implantológico, el fresado quirúrgico sigue siendo la opción más comúnmente utilizada. No obstante, el fresado puede provocar un aumento de la temperatura ósea debido a la fricción generada entre la fresa y la superficie de contacto con el hueso<sup>(3)</sup>. Clásicamente se ha considerado que si se superan los 47°C durante un minuto se produce una osteonecrosis térmica del hueso periimplantario, con fallo prematuro del implante dental. El experimento esclarecedor consistió en la colocación de un implante dental hueco en 15 tibias de conejo sobre los cuales se aplicó una temperatura específica. En la evaluación microscópica in vivo en el grupo de 47°C durante 1 minuto se detectó: dilatación vascular, hiperemia, células adiposas oscuras o desaparecidas, reabsorción ósea (20-30%) y nuevas células grasas que invadieron el espacio<sup>(4)</sup>.

El aumento de la temperatura ósea durante el fresado es un fenómeno multifactorial influenciado por la técnica de fresado utilizada, la irrigación, la velocidad de rotación, la carga axial, la profundidad de perforación, el diseño, material y desgaste de la fresa y las características del hueso<sup>(5-7)</sup>. Estos factores interrelacionados ofrecen la posibilidad de modificar un factor

de calentamiento y compensar con otro, evitando así efectos térmicos óseos indeseados.

La irrigación con suero salino se ha utilizado ampliamente como método para prevenir el sobrecalentamiento óseo<sup>(8)</sup>. Diferentes experimentos de fresado in vitro han demostrado los efectos térmicos de usar o no irrigación, manteniendo la misma velocidad de rotación en distintos grupos. En todos estos estudios, el aumento térmico fue significativamente mayor en los grupos sin irrigación que en los grupos con irrigación<sup>(9-11)</sup>.

Sin embargo, la irrigación puede afectar negativamente la visión del operador e impedir en la mayoría de ocasiones la recolección de hueso autólogo tras el fresado<sup>(12)</sup>. Por lo tanto, se ha propuesto el fresado a bajas revoluciones sin irrigación como una técnica para preparar el lecho implantológico<sup>(13)</sup>. El posible efecto de sobrecalentamiento óseo asociado a la ausencia de irrigación se compensa con la baja velocidad de rotación utilizada.

El objetivo principal de esta revisión fue evaluar las diferencias clínicas entre el fresado de baja velocidad sin irrigación y el fresado de alta velocidad con irrigación para la preparación del lecho implantológico.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Pregunta PICOS:

La pregunta PICOS formulada fue:  
¿El fresado sin irrigación a baja velocidad (I) en

comparación con el fresado con irrigación a alta velocidad (C) muestra diferencias térmicas, en la tasa de supervivencia, en la pérdida de hueso marginal y/o en la viabilidad celular del hueso recolectado (O) para la preparación del lecho implantológico (P) en estudios clínicos (S)?

### Criterios de selección

Los criterios de selección fueron los siguientes:

-Criterios de inclusión:

- Estudios clínicos (ensayos aleatorizados, ensayo observacional prospectivo o retrospectivo).
- Estudios relacionados con la realización de la osteotomía del implante dental.
- Estudios que compararon al menos un grupo con fresado a baja velocidad sin irrigación y otro grupo con fresado a alta velocidad con irrigación.
- No hubo limitación de idioma.

-Criterio de exclusión:

- Estudios in vitro o en animales.
- Estudios que utilicen otros métodos de preparación del lecho implantológico que no sean los anteriores: técnica de oseodensificación, fresado infradimensio-

nado, técnica piezoeléctrica y técnica de osteótomo.

- Reportes de casos, cartas al editor, revisiones, revisiones sistemáticas, metanálisis y artículos de opinión.

### Estrategia de búsqueda:

Cinco bases de datos fueron revisadas entre enero y febrero de 2023. Los modelos de búsqueda se adaptaron y ajustaron de acuerdo con una estrategia de búsqueda general (Tabla 1). En PubMed-Medline se utilizaron los términos de encabezado de tema médico (MeSH) (y sus términos de entrada) y no MeSH. Para buscar en Embase, se incluyeron términos de Emtree y sus sinónimos y términos que no son de Emtree. También se consultaron la Web of Science y la base de datos Cochrane. También se realizó una búsqueda de literatura gris en Open Gray para incluir artículos publicados en revistas no indexadas o para recuperar la mayor cantidad de estudios. Además, una búsqueda manual de las referencias de los artículos recuperados por las estrategias de búsqueda anteriores fue realizada.

### Selección de estudios:

Las fases de identificación, selección y elegibilidad fueron llevadas a cabo por un único revisor. Tras la aplicación de la estrategia de búsqueda, se eliminaron los artículos duplicados de diferentes bases de datos y se revisaron los títulos y resúme-

Tabla 1. Estrategia general de búsqueda basada en la pregunta PICOS

|                |  |
|----------------|--|
| 1-Patient      | Dental implant OR dental implantation OR osseointegrated dental implant.   |
| 2-Intervention | Biological drilling OR biological osteotomy OR biological osteotomy preparation OR low speed drilling OR low speed osteotomy OR low speed osteotomy preparation OR drilling without irrigation OR osteotomy without irrigation OR osteotomy preparation without irrigation OR biological perforation OR low speed perforation OR perforation without irrigation.   |
| 3-Comparison   | Conventional drilling OR conventional osteotomy OR conventional osteotomy preparation OR standard drilling OR standard osteotomy OR standard osteotomy preparation OR classic drilling OR classic osteotomy OR classic osteotomy preparation OR high speed drilling OR high speed osteotomy OR high speed osteotomy preparation OR drilling irrigation OR osteotomy irrigation OR osteotomy preparation irrigation OR conventional perforation OR standard perforation OR classic perforation OR high speed perforation. |
| 4-Outcome      | Thermal OR temperature change OR temperature OR histology OR cell culture OR cell viability OR cell adhesion OR cell differentiation OR cell proliferation OR implant failure OR implant success OR peri-implant bone loss OR marginal bone loss OR bone loss.   |
| 5-Study design | Human OR clinical.   |
| Final search   | 1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5  |

nes para excluir estudios no relacionados con el tema de esta revisión sistemática. Luego, los textos completos fueron analizados y seleccionados según los criterios de inclusión y exclusión.

## CASO CLÍNICO

Caso clínico de fresado a bajas revoluciones (150 rpm) sin irrigación (Fig. 1-10).

## RESULTADOS

### Resultados de la búsqueda:

Se identificaron un total de 124 artículos a partir de la estrategia de investigación descrita y de los métodos adicionales. Después de eliminar los duplicados, se examinaron 99 artículos por título y resumen y 20 se identificaron como potencialmente elegibles para su inclusión. Tras la lectura del texto completo y basándose en los criterios de selección, se excluyeron 10 artículos y se incluyeron 9 artículos.

### Análisis general:

Un total de 220 osteotomías fueron incluidas en el análisis cualitativo para evaluar las diferentes variables de estudio. La velocidad de rotación a bajas revoluciones sin irrigación no se ha establecido exactamente hasta ahora, aunque el rango se encontró entre 50 y 150 rpm, siendo 50 rpm la más común.

### Tasa de éxito:

Las tasas de éxito fueron calculadas para cada uno de los estudios clínicos. Abdelsattar y cols.<sup>(14)</sup> observaron un 100% de éxito en ambos grupos para una muestra de 40 implantes. Tabasum y cols.<sup>(15)</sup> registraron un 95% para el grupo control y un 90% para el grupo test con una muestra total de 40 implantes. Pellicer-Chover y cols.<sup>(16)</sup> mostraron un 93.3% de éxito para el grupo control y 100% para el grupo test sobre una muestra de 30 implantes.

### Pérdida ósea marginal periimplantaria:

La pérdida de hueso marginal periimplantario fue recogida en tres estudios<sup>(14)(15)(16)</sup>. El método utilizado



fue la radiografía periapical paralelizada <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup> y la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) <sup>(14)</sup>. Todos los estudios analizaron la pérdida ósea con un seguimiento de 12 meses. Pellicer-Chover y cols. <sup>(16)</sup> mostraron una pérdida ósea media de  $0.83 \pm 0.73$  para el grupo control y  $0.70 \pm 0.62$  para el grupo test ( $p=0.458$ ). Tabassum y cols. <sup>(15)</sup> recogieron una pérdida ósea media de  $0.206 \pm 0.251$  mm para el grupo control y  $0.196 \pm 0.178$  mm para el grupo test ( $p=0.885$ ). Abdelsattar y cols. <sup>(14)</sup> calcularon una pérdida ósea media de  $1.030.68$  mm para el grupo control y  $1.51.16$  mm para el grupo test ( $p=0.118$ ). Sin que ningún estudio mostrará diferencias en las pérdidas óseas marginales medias estadísticamente significativas. Dos estudios <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup> diferenciaron entre las pérdidas óseas medias maxilares y mandibulares y ambos no encontraron diferencias estadísticamente significativas.

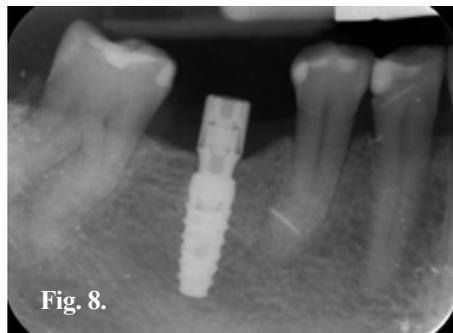
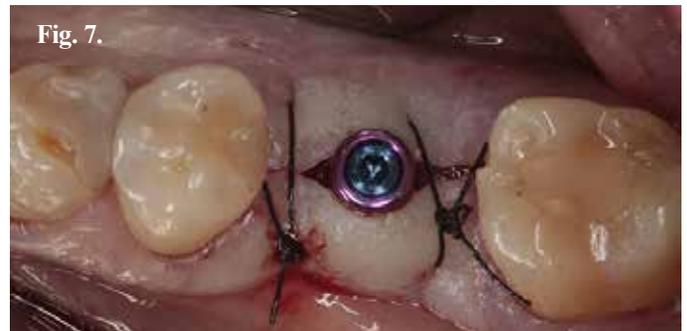
#### Cambio de temperatura:

El cambio térmico ha sido clínicamente registrado mediante un único estudio clínico <sup>(14)</sup>. El método de medición fue el termopar el cual se introducía inmediatamente después del fresado en el lecho implantológico. El cambio térmico recogido fue; para el grupo test de  $0.5 \text{ } 0.5^{\circ}$  y para el grupo control de  $-0.5 \text{ } 0.5^{\circ}$  con una significancia estadística positiva ( $p < 0.001$ ).

#### Análisis histomorfológico y celular del hueso autólogo recogido:

Cuatro estudios clínicos en humanos <sup>(13,17-19)</sup> analizaron la histomorfológica y las características celulares del hueso autólogo recolectado.

Las virutas óseas del grupo test se recuperaron mediante la recolección directa a partir de las fresas quirúrgicas. Sin embargo, para el grupo de control, el filtrado del hueso a partir del aspirador fue el método de recolección en tres <sup>(13,17,18)</sup> de los cuatro estudios. El análisis histopatológico por microscopía óptica o electrónica y el cultivo celular para analizar la viabilidad celular, la proliferación celular y la diferenciación celular fueron



las variables generales estudiadas en este tipo de experimentos.

Con respecto a las imágenes de microscopía, para los grupos control, las lagunas de osteocitos estaban vacías y no se encontraron células vivas

(osteocitos y células de revestimiento) tanto para el método de filtrado<sup>(13,17,18)</sup> como para la recolección directa<sup>(19)</sup>. Incluso dos estudios que utilizaron métodos de filtrado no pudieron cultivar las células<sup>(13,17)</sup>.

Los estudios que realizaron análisis de células de cultivo observaron una diferencia estadísticamente significativa en relación con la viabilidad celular, la proliferación celular y la diferenciación celular a favor del grupo test<sup>(18,19)</sup>.

## DISCUSIÓN

La presente revisión tuvo como objetivo evaluar las variables clínicas entre la técnica de fresado a baja velocidad sin irrigación en comparación con el fresado a alta velocidad con irrigación para la preparación de osteotomías para implantes dentales.

Los estudios incluidos en esta revisión muestran que ambas técnicas tienen una tasa de éxito elevada, con una tasa de éxito del 90% al 100%<sup>(14-16)</sup>. Esto demuestra una elevada tasa de éxito para ambas técnicas. Estudios preclínicos sobre animales en los que se analizó microscópicamente la osteointegración no encontraron diferencias estadísticamente significativas: ni en el contacto hueso-implante (BIC%)<sup>(20-22)</sup> ni en el porcentaje de hueso viejo y hueso nuevo<sup>(22,23)</sup> ni en la fracción de ocupación del área ósea alrededor del implante<sup>(20)</sup>. Por tanto, se puede afirmar que el proceso de osteointegración no se ve afectado por el fresado a bajas revoluciones sin irrigación en comparación con el fresado a altas revoluciones con irrigación. Ambas técnicas procuran un trauma óseo necesario (ni insuficiente ni sobre elevado) para activar el proceso de la osteointegración<sup>(24)</sup>.

En cuanto a la pérdida ósea marginal periimplantaria, dos estudios clínicos a 12 meses de evolución han demostrado que no existen diferencias estadísticamente significativas<sup>(14-16)</sup>. Tabassum y cols.<sup>(15)</sup> y Pellicer-Chover y cols.<sup>(16)</sup> diferenciaron entre las pérdidas óseas marginales periimplantarias entre el maxilar superior e inferior. Ambos estudios no encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que densidades óseas más altas (maxilar inferior) frente a densidades óseas más bajas (maxilar superior) no parecen afectar.

Respecto al cambio térmico, únicamente un estudio ha medido la temperatura clínicamente. Aunque ha encontrado diferencias en el calentamiento óseo entre una técnica y otra, el fresado a bajas revoluciones sin irrigación ha aumentado únicamente 0.5°C la temperatura ósea<sup>(14)</sup>. Conociendo que la temperatura crítica es de 47°C durante 1 minuto<sup>(4)</sup>, no hay riesgo de osteonecrosis térmica con la técnica a bajas revoluciones sin irrigación.

El pensamiento de un supuesto peligro de sobrecalentamiento óseo parece estar relacionado con la técnica de fresado a bajas revoluciones sin irrigación, sobre todo, en densidades óseas altas. Tabassum y cols.<sup>(15)</sup> en su estudio clínico de 40 implantes dentales, sospechan que en densidades óseas altas medidas según el tacto al fresar del operador, la tasa de éxito se reduce. Sin embargo, la forma de medición de la densidad no es precisa y los fracasos recogidos para la técnica sin irrigación fueron de 2 entre 20 implantes y para la técnica convencional fueron de 1 entre 20 implantes.

En base a la investigación básica in vitro, varios estudios térmicos han demostrado que las temperaturas para el fresado a baja velocidad sin irrigación no superan el umbral crítico para la osteonecrosis incluso en densidades óseas altas<sup>(25,26)</sup>. Como ya se ha dicho, la velocidad de fresado a bajas revoluciones para los estudios incluidos osciló entre las 50 rpm y las 150 rpm. Delgado-Ruiz y cols.<sup>(27)</sup> en un estudio in vitro, probaron que velocidades de 50, 150 y 300 rpm mantuvieron la temperatura por debajo del umbral crítico. No obstante, estos datos deben interpretarse con cautela, ya que se utilizaron bloques óseos de densidad IV artificial. Además, Kim y cols.<sup>(28)</sup> analizaron el cambio térmico para diferentes marcas de fresas quirúrgicas mostrando que era una técnica quirúrgica térmicamente segura para todas ellas.

El uso de hueso autólogo es el estándar de oro en las técnicas de regeneración ósea<sup>(29)</sup>. La colocación directa de hueso autólogo de las fresas quirúrgicas es una de las ventajas que aporta el fresado a bajas revoluciones sin irrigación sobre el fresado convencional. En un estudio in vitro, se encontró que la cantidad de hueso era significativamente mayor con el fresado a bajas revoluciones sin irrigación que con la técnica convencional<sup>(30)</sup>.

Sin embargo, las propiedades celulares del hue-

so recolectado son también un tema importante. Cuando el hueso autólogo se recoge con un sistema de aspiración debido al uso de irrigación con la técnica convencional, se encontró que las lagunas de osteocitos estaban vacías y no se hallaron células vivas (células de revestimiento y osteocitos) <sup>(13,17)</sup>. Incluso, el análisis de la celularidad no fue posible en un estudio <sup>(17)</sup>. Este método indirecto para obtener hueso autólogo a partir de fresado convencional no es recomendable.

En dos estudios se recogió directamente el hueso autólogo y se demostró que la viabilidad, proliferación y diferenciación celular fueron significativamente mejores con el fresado a bajas revoluciones sin irrigación que con el fresado convencional <sup>(18,19)</sup>.

Es por esto que el fresado a bajas revoluciones sin irrigación se presenta como una técnica más eficiente para las cirugías de implantes dentales con regeneración ósea simultánea. Además, podría presentar una menor morbilidad que otros métodos de recolección de hueso autólogo. Todas estas ventajas descritas con anterioridad apoyan futuras líneas de investigación clínica que podrían ser muy interesantes <sup>(31)</sup>.

## CONCLUSIÓN

Dentro de las limitaciones de esta revisión, parece que el fresado a baja velocidad sin irrigación parece ser comparable al fresado convencional en la preparación de osteotomías de implantes dentales. Similares tasas de éxito, pérdidas óseas marginales periimplantarias y los cambios térmicos por debajo de la temperatura crítica observados en estudios clínicos son consistentes con los procesos de osteointegración y las características histomorfológicas observadas en estudios preclínicos. En algunas situaciones, la perforación a baja velocidad sin irrigación puede ofrecer ventajas sobre la perforación convencional. Sin embargo, más estudios clínicos son necesarios para aumentar la muestra, el tiempo de seguimiento y analizar otras posibles ventajas.

**CONFLICTO DE INTERESES.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Moraschini V, Poubel LA, Ferreira VF, Barboza Edos S. Evaluation of survival and success rates of dental im-

- plants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015 Mar;44(3):377-388.
- 2 Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52(2):155-170.
- 3 Bernabeu-Mira JC, Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. In Vitro Study on Bone Heating during Drilling of the Implant Site: Material, Design and Wear of the Surgical Drill. *Materials (Basel)* 2020 Apr 19;13(8):1921. doi: 10.3390/ma13081921.
- 4 Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983 Jul;50(1):101-107.
- 5 Möhlhenrich SC, Modabber A, Steiner T, Mitchell DA, Hölzle F. Heat generation and drill wear during dental implant site preparation: systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015 Oct;53(8):679-689.
- 6 Mishra SK, Chowdhary R. Heat generated by dental implant drills during osteotomy-a review: heat generated by dental implant drills. *J Indian Prosthodont Soc* 2014 Jun;14(2):131-143.
- 7 Tehemar SH. Factors affecting heat generation during implant site preparation: a review of biologic observations and future considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999 Jan-Feb;14(1):127-136.
- 8 Lindström J, Brånemark PI, Albrektsson T. Mandibular reconstruction using the preformed autologous bone graft. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1981;15(1):29-38.
- 9 Gehrke SA, Bettach R, Taschieri S, Boukhris G, Corbella S, Del Fabbro M. Temperature Changes in Cortical Bone after Implant Site Preparation Using a Single Bur versus Multiple Drilling Steps: An In Vitro Investigation. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015 Aug;17(4):700-707.
- 10 Koo KT, Kim MH, Kim HY, Wikesjö UM, Yang JH, Yeo IS. Effects of implant drill wear, irrigation, and drill materials on heat generation in osteotomy sites. *J Oral Implantol* 2015 Apr;41(2):e19-23.
- 11 Strbac GD, Giannis K, Unger E, Mittlböck M, Watzek G, Zechner W. A novel standardized bone model for thermal evaluation of bone osteotomies with various irrigation methods. *Clin Oral Implants Res* 2014 May;25(5):622-631.
- 12 Flanagan D. Osteotomy irrigation: is it necessary? *Implant Dent* 2010 Jun;19(3):241-249.
- 13 Anitua E, Carda C, Andia I. A novel drilling procedure and subsequent bone autograft preparation: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007 /;22(1):138-145.
- 14 Abdelsattar M, El Khader A, Abdel Rassoul M. Assessment of low-speed drilling without irrigation versus conventional drilling with irrigation regarding heat generation and peri-implant marginal bone loss (randomized clinical trial). *Alex Dent J* 2021;46(2):33-38.
- 15 Tabassum A, Kazmi F, Wismeijer D, Siddiqui IA, Tahmasseb A. A Prospective Randomized Clinical Trial on Radiographic Crestal Bone Loss Around Dental Implants Placed Using Two Different Drilling Protocols: 12-Month Follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021 Nov-Dec;36(6):e175-e182.

- 16 Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Oltra D, Aloy-Prosper A, Sanchis-Gonzalez JC, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Diago M. Comparison of peri-implant bone loss between conventional drilling with irrigation versus low-speed drilling without irrigation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017 Nov 1;22(6):e730-e736.
- 17 Anitua E. Biological Drilling: Implant Site Preparation in a Conservative Manner and Obtaining Autogenous Bone Grafts. *Balk J Dent Med* 2018;22:98-101.
- 18 Liang C, Lin X, Wang SL, Guo LH, Wang XY, Li J. Osteogenic potential of three different autogenous bone particles harvested during implant surgery. *Oral Dis* 2017 Nov;23(8):1099-1108.
- 19 Tabassum A, Wismeijer D, Hogervorst JMA, Tahmaseb A. Comparison of proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells harvested during implant osteotomy preparation using two different drilling protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2020 2020/;35(1):141-149.
- 20 Giro G, Marin C, Granato R, Bonfante EA, Suzuki M, Janal MN, et al. Effect of drilling technique on the early integration of plateau root form endosteal implants: an experimental study in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 2011 Aug;69(8):2158-2163.
- 21 Calvo-Guirado JL, Delgado-Peña J, Maté-Sánchez JE, Mareque Bueno J, Delgado-Ruiz RA, Romanos GE. Novel hybrid drilling protocol: evaluation for the implant healing--thermal changes, crestal bone loss, and bone-to-implant contact. *Clin Oral Implants Res* 2015 Jul;26(7):753-760.
- 22 Fujiwara S, Botticelli D, Kaneko N, Urbizo Velez J, Tumedei M, Bengazi F. Effect of low-speed drilling without irrigation on osseointegration: an experimental study in dogs. *Oral Maxillofac Surg* 2021 Nov 26.
- 23 Favero V, Sakuma S, Apaza Alcayhuaman KA, Benedetto GA, Bengazi F, Botticelli D. Healing at sites prepared using different drilling protocols. An experimental study in the tibiae of sheep. *PLoS One* 2018 Aug 29;13(8):e0202957.
- 24 Piattelli A, Piattelli M, Mangano C, Scarano A. A histologic evaluation of eight cases of failed dental implants: Is bone overheating the most probable cause? *Biomaterials* 1998 /;19(7-9):683-690.
- 25 Salomó-Coll O, Auriol-Muerza B, Lozano-Carrascal N, Hernández-Alfaro F, Wang HL, Gargallo-Albiol J. Influence of bone density, drill diameter, drilling speed, and irrigation on temperature changes during implant osteotomies: an in vitro study. *Clin Oral Investig* 2020 Jun 13.
- 26 Oh J, Fang Y, Jeong S, Choi B. The effect of low-speed drilling without irrigation on heat generation: an experimental study. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2016 FEB 2016;42(1):9-12.
- 27 Delgado-Ruiz RA, Velasco Ortega E, Romanos GE, Gerhke S, Newen I, Calvo-Guirado JL. Slow drilling speeds for single-drill implant bed preparation. Experimental in vitro study. *Clin Oral Investig* 2018 JAN 2018;22(1):349-359.
- 28 Kim S-, Yoo J, Kim Y-, Shin S-. Temperature change in pig rib bone during implant site preparation by low-speed drilling. *J Appl Oral Sci* 2010 /;18(5):522-527.
- 29 Jung RE, Thoma DS, Hammerle CHF. Assessment of the potential of growth factors for localized alveolar ridge augmentation: A systematic review. *J Clin Periodontol* 2008 /;35(SUPPL. 8):255-281.
- 30 Li WT, Li P, Piao MZ, Zhang F, Di J. Study on bone volume harvested from the implant sites with different methods. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2020 Feb 18;52(1):103-106.
- 31 Bernabeu-Mira JC, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Diago M, Camacho-Alonso F, Rivas-Ballester R, Peñarrocha-Oltra D. Low-speed drilling without irrigation versus conventional drilling for dental implant osteotomy preparation: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2021 Jul;25(7):4251-4267.

#### **AUTOR DE CORRESPONDENCIA**

Juan Carlos Bernabeu-Mira. Departamento de Estomatología, Facultad de Medicina y Odontología (Universidad de Valencia), Gascó Oliag, 1, 46010 - Valencia (España). Teléfono: 0034 -963864175. Correo electrónico: juanCarlos\_bernabeu@hotmail.com

**Agradecimientos:** Programa Estatal, Beca de Formación de Profesorado Universitario (FPUI18/02254) de Juan Carlos Bernabeu Mira.