



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Análisis mediante un estudio *in vitro* de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop

**D. Juan Enrique Martínez Martínez**  
**2022**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
TESIS DOCTORAL

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop

Autor: D. Juan Enrique Martínez Martínez

Director/es: D. Fabio Camacho Alonso





**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD  
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

*Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022*

D./Dña. JUAN ENRIQUE MARTÍNEZ MARTÍNEZ

doctorando del Programa de Doctorado en

**DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop

y dirigida por,

D./Dña. Fabio Camacho Alonso

D./Dña.

D./Dña.

**DECLARO QUE:**

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

*Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:*

- *La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- *En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 22 de Diciembre de 2022

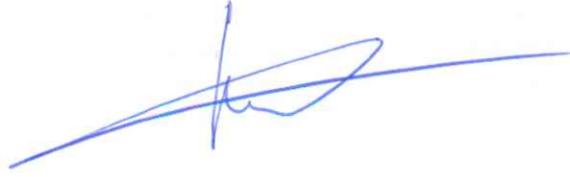
Fdo.: Juan Enrique Martínez Martínez

*Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.*

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento, art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos

Derechos:

Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia

A handwritten signature in blue ink, consisting of a long horizontal stroke with a vertical line intersecting it near the center, and a small loop to the right.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis doctoral ha sido fruto del trabajo y del esfuerzo de varios años en los cuales, el poder compaginar la vida laboral y la realización de este proyecto con la vida familiar y social ha sido una laboriosa tarea. Fruto de ello es esta innovadora tesis la cual me ha permitido adquirir numerosos conocimientos y descubrir el mundo de la investigación.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor y director Fabio Camacho Alonso, por brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación y porque sin su trabajo, entusiasmo y dedicación no hubiera sido posible realizar este proyecto.

También quiero agradecer a los trabajadores de la Clínica Odontológica Universitaria del Hospital Morales Meseguer, en especial a Pilar, María y Ángel por su ayuda en las sesiones de la fase experimental.

A mis padres, por la educación y valores que hemos recibido tanto mi hermano como yo. Por estar siempre cuando se les necesita y por enseñarme que sin esfuerzo y sacrificio no se logran las metas.

A mi hermano, por estar siempre apoyándome y por su interés en el desarrollo de este proyecto.

A Cristina, por su apoyo, palabras de ánimo y ayuda incondicional. Y sobre todo, por el tiempo que no hemos podido disfrutar juntos mientras realizaba este trabajo.

A éstos, y al resto de familiares y amigos por su interés y ánimos, y porque han sabido entender los momentos de ausencia.

A todos ellos, GRACIAS.

## RESUMEN

**Introducción:** Para conseguir un éxito implantológico, los implantes deben ser colocados de manera segura y eficiente, en este sentido, es recomendable el uso de topes de fresas implantológicas que maximizan la precisión durante la intervención. **Objetivo:** Evaluar la precisión quirúrgica de un nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas llamado FCA Universal Drill Stop. **Material y Métodos:** Utilizamos un total de 60 costillas bovinas de vaca en este estudio *in vitro*. Las costillas fueron aleatorizadas en tres grupos de fresado (n= 20 costillas por grupo). En cada uno de los grupos de estudio (Grupo 1: fresas sin tope o grupo control, Grupo 2: fresas prefabricadas con topes o grupo gold standard, y Grupo 3: fresas con topes del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop), realizamos un total de 100 fresados implantológicos siguiendo la secuencia de fresado para la colocación de un implante dental de 10 mm de longitud y 4 mm de diámetro (fresas de 2; 2,6; 3,2 y 3,6 mm de diámetro). La precisión de la profundidad de las osteotomías se cuantificó clínica (con sonda periodontal) y radiológicamente usando el software de análisis de imagen ImageJ versión 1.48v. **Resultados:** El orden de mayor a menor precisión (clínica y radiológica) en la profundidad de las osteotomías fue: FCA Universal Drill Stop>fresas prefabricadas con tope (gold standard)>fresas sin tope (control); observando diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas de topes con el grupo control, aunque no entre ellos. **Conclusiones:** En nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop, ofrece una precisión similar a las fresas prefabricadas con topes, siendo ambos sistemas mucho más precisos que las fresas quirúrgicas sin topes.

## SUMMARY

**Background:** To achieve implantological success, implants must be placed safely and efficiently, in this sense, it is advisable to use implantological drill stops that maximize precision during the intervention. **Objective:** To evaluate the surgical precision of a new universal system of disposable implant drill stops called FCA Universal Drill Stop. **Material and Methods:** We used a total of 60 bovine cow ribs in this *in vitro* study. Ribs were randomized into three study groups (n=20 ribs per group). In each of the study groups (Group 1: drills without stop or control group, Group 2: prefabricated drills with stops or gold standard group, and Group 3: drills with stops of the new FCA Universal Drill Stop system), we performed a total of 100 implant drills following the drilling sequence for the placement of a dental implant 10 mm long and 4 mm in diameter (2; 2.6; 3.2 and 3.6 mm diameter drills). The depth precision of the osteotomies was quantified clinically (with periodontal probe) and radiologically using ImageJ image analysis software version 1.48v. **Results:** The order from highest to lowest precision (clinical and radiological) in the depth of the osteotomies was: FCA Universal Drill Stop>prefabricated drills with stop (gold standard)>drills without stop (control); observing statistically significant differences between both drills stop systems with the control group, although not between them. **Conclusions:** The new universal system of disposable stops for implant drills FCA Universal Drill Stop offers a precision similar to prefabricated drills with stops, both systems being much more precise than surgical drills without stops.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPLANTES DENTALES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1. Superficies de los implantes dentales.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. Dimensiones de los implantes dentales. ....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.3. Clasificación de los implantes dentales según el tipo de plataforma.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.3.1. Plataforma de hexágono externo.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.3.2. Plataforma de hexágono interno. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.3.3. Plataforma de cono morse.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3.4. Cambio de plataforma.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.4. Sistema de retención de prótesis sobre los implantes dentales. ....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. ESTRUCTURAS ANATÓMICAS DE LOS MAXILARES.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1. Maxilar inferior.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2. Maxilar superior.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. CAUSAS DE IATROGENIA. ....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1. Causas de iatrogenia en el maxilar superior. ....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.2. Causas de la iatrogenia en el maxilar inferior.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. TOPES DE FRESAS DE IMPLANTES.....</b>	<b>19</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. OBJETIVOS. ....</b>	<b>26</b>
<b>3. METODOLOGÍA. ....</b>	<b>28</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>6. CONCLUSINES.....</b>	<b>56</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El objetivo de la odontología actual consiste en restaurar al paciente en un estado de función, comodidad, estética, habla y salud, ya sea mediante odontología conservadora o reemplazando uno o varios dientes (Misch, 1988).

La pérdida de los dientes naturales es uno de los mayores problemas que afectan a la salud bucodental, interfiriendo en la calidad de vida de las personas y abocando al paciente a una deficiente capacidad funcional, así como a desafíos nutricionales, estéticos y psicológicos (Steele y cols., 2004).

La morfología facial de los pacientes edéntulos se caracteriza por una atrofia del hueso alveolar y una pérdida del tono muscular, marcándose más el surco nasolabial y adquiriendo un aspecto de prognatismo mandibular. Estas características estéticas son irreversibles y solo se pueden modificar mediante la realización de una prótesis (Basker y cols., 2011).

Para reponer los dientes perdidos se crearon las prótesis removibles tanto parciales como totales. Estas prótesis son capaces de reponer los dientes perdidos y mejorar la calidad de vida de las personas que las llevan, sin embargo, presentan multitud de dificultades para comer (Vervoorn y cols., 1991).

Estas dificultades son debidas a que el rendimiento masticatorio de las personas que llevan prótesis removibles completas es del 20% con respecto a personas con dentición natural (Kapur, 2006). Esta pérdida funcional es debido a la insatisfacción que producen por dolor, áreas de incomodidad, mala estabilidad de la dentadura y dificultades para comer debido a la falta de apoyo (Allen y McMillan, 2003).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

En menor medida también pueden producir reducción del flujo salival, disminución del control motor de la lengua, reducción de la fuerza de mordida y disminución de la función sensorial oral (Allen y McMillan, 2003).

### **1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPLANTES DENTALES.**

Las prótesis sobre implantes son las que más se aproximan a una función muscular y de percepción normal por parte del paciente puesto que, mediante este sistema de rehabilitación no es necesario ningún tipo de apoyo mucoso y no hay que extenderse tanto sobre los tejidos blandos. Además, mantienen el tejido óseo remanente y reproducen las dimensiones dentales apropiadas (Misch, 2008).

El nacimiento de la implantología surgió en la segunda mitad del Siglo XX tras el descubrimiento por parte del Doctor Brånemark del fenómeno de la osteointegración. Este hallazgo se realizó tras unas investigaciones de la microcirculación en hueso de conejo en las que se insertaban cámaras de titanio en tibias de los sujetos de estudio. Al no poder retirarlas con posterioridad observó una fusión entre el titanio y el tejido óseo vivo (Brånemark, 1983).

Por lo tanto, Brånemark introdujo el término de “oseointegración” para describir el fenómeno que consiste en una fijación estable y directa entre el titanio y el tejido óseo ya que, se observó que cuando se introducía un implante de este tipo en la cavidad medular y después de un periodo de cicatrización adecuado, se formaba una capa de hueso cortical compacto alrededor del implante. Este fenómeno tiene una gran importancia no solo en la odontología sino también en otras especialidades como traumatología (Branemark, 1983).

En los últimos años ha aumentado la colocación de implantes dentales de forma considerable debido principalmente, al buen pronóstico de los implantes, a

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

que son cada vez más conocidos por parte de la población y a la mayor esperanza de vida de la población. Actualmente, al vivir más años, se produce una mayor pérdida de dientes en el transcurso de los años en la población, es más factible que fracasen prótesis fijas sobre dientes o que se produzca pérdida de adaptación en las prótesis removibles (Misch, 2008).

Se estimó que la tasa de inserción de implantes a finales del siglo XX rondaba el millón en todo el mundo (Brunski, 1999), alcanzándose una tasa de crecimiento anual del 20% a nivel mundial en los años posteriores (Watzek, 2006).

### **1.1.1. Superficies de los implantes dentales.**

Cómo fue descrito anteriormente, el éxito clínico de los implantes depende de una temprana osteointegración, lo cual se ve favorecido por el tratamiento adecuado de las superficies de los implantes (Albrektsson y cols., 1981).

Una vez colocados, los implantes interactúan con los fluidos y tejidos biológicos que se encuentran a su alrededor. Existen dos tipos de interacción una vez colocados los implantes. El primer tipo consiste en la formación de una cápsula fibrosa de tejido blando alrededor del implante. Esta cápsula de tejido fibroso no asegura una correcta fijación biomecánica y produce el fracaso clínico del implante. El segundo tipo de respuesta consiste en un contacto directo entre el hueso y el implante sin una capa intermedia de tejido conjuntivo, que es lo que se conoce como osteointegración (Le Guéhenec y cols., 2007).

Existen diferentes factores como, la composición de la superficie de los implantes y la rugosidad de la misma, para predisponer que se produzca el fenómeno denominado hidrofilia, el cual favorece que se cree una correcta interacción entre el implante y el hueso (Le Guéhenec y cols., 2007).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Entendemos por hidrofilia a la capacidad de una materia o sustancia de absorber el agua con facilidad. Estas superficies son más deseables que las hidrofóbicas debido a su mejor interacción con fluidos biológicos, células y tejidos (Buser y cols., 2004).

Cómo se ha mencionado anteriormente, la composición química de la superficie de los implantes afecta a la hidrofilia de la misma. La mayoría de los implantes dentales están fabricados de titanio puro o aleaciones de titanio. El titanio puro (cpTi) tiene diferentes grados de dureza, entre el uno y el cuatro. Esta dureza se caracteriza por el contenido de oxígeno, carbono y hierro. Generalmente, los implantes están fabricados en titanio de grado IV debido a su mayor resistencia con respecto al resto de composiciones de titanio (Steinemann, 1998).

Las mediciones del ángulo de contacto de avance de agua en su superficie dan valores de humedactibilidad que van desde 0° (hidrofílico) hasta 140° (hidrofóbico) para superficies de implantes de titanio (Buser y cols., 2004; Mekayarajjananonth y Winkler S, 1999).

Otra de las características de la superficies de los implantes dentales es la rugosidad. La rugosidad de la superficie se puede clasificar dependiendo del tamaño del poro en: macro, micro y nano (Le Guéhenec y cols., 2007).

Se ha sugerido que el tamaño de poro óptimo para el crecimiento óseo debe ser de 100 a 400  $\mu\text{m}$ . Aunque no existe un claro consenso al respecto (Yao y cols., 2021).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

### **1.1.2. Dimensiones de los implantes dentales.**

Los implantes dentales se pueden clasificar según longitud y diámetro. Existen diferentes tamaños para los implantes dentales según las necesidades y limitaciones anatómicas y no son los mismos en todas las marcas de implantes dentales. Dependiendo de la longitud de los implantes dentales se pueden clasificar en implantes extracortos ( $\leq 6\text{mm}$ ), cortos ( $>6\text{mm}$ ,  $<10\text{mm}$ ) y estándar ( $\geq 10\text{mm}$ ,  $<13\text{mm}$ ) mientras que, según el diámetro se pueden clasificar en muy estrechos ( $<3\text{mm}$ ), estrechos ( $\geq 3\text{mm}$ ,  $<3.75$ ), estándar ( $\geq 3.75$ ,  $<5\text{mm}$ ) y anchos ( $\geq 5\text{mm}$ ) (Al-Johany y cols., 2017).

Otros autores en cambio, califican a los implantes cortos a los que miden 8 mm o menos y, en cuanto al diámetro, denominan implantes anchos a los que tienen 4.5 mm o más y estrechos a los que tienen un diámetro de 3.5 mm o menos (Renouard y Nisand, 2006). No existiendo un consenso entre diferentes autores.

### **1.1.3. Clasificación de los implantes dentales según el tipo de plataforma.**

En cuanto al tipo de plataforma podemos encontrar las plataformas de hexágono externo, hexágono interno, cono morse y de cambio de plataforma (*platform switching*).

#### **1.1.3.1. Plataforma de hexágono externo.**

Brånemark introdujo la plataforma de hexágono externo (Brånemark y cols., 1969). Este sistema tiene ciertas ventajas como un mecanismo de antirotación, es adecuado para el procedimiento quirúrgico en dos tiempos y es reversible y

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de toques desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

compatible con diferentes sistemas. En cambio, presenta como inconvenientes los micromovimientos que produce por su reducido tamaño hexagonal, su centro de rotación más alto promueve una menor resistencia a la rotación bajo movimientos laterales y crea un posible microespacio en la interfase pilar-implante, lo que produce reabsorción ósea (Maeda y cols., 2006).

### **1.1.3.2. Plataforma de hexágono interno.**

La conexión de hexágono interno, como su propio nombre indica, se sitúa dentro del implante. Debido a la mayor profundidad de esta conexión dentro del implante, se disminuye la fuerza de palanca y se traslada al tercio medio del implante. Esto mejora la distribución de la tensión en el hueso y la estabilidad del tornillo de la prótesis (Silva y cols., 2010). Esta mejora en la distribución de la tensión en el hueso produce una menor reabsorción ósea en los primeros milímetros del implante. Además, estas conexiones proporcionan una mejor resistencia del sistema antirotacional, lo que ayuda a disipar el estrés de las cargas verticales. Bajo cargas oblicuas, la pared lateral del pilar contribuye a la distribución de las tensiones y por último, los implantes de conexión interna permiten la restauración protésica en zonas con menor espacio interoclusal (Maeda y cols., 2006; Tsuge y Hagiwara, 2006).

Sin embargo, las conexiones de hexágono interno presentan como inconveniente que, en situaciones de prótesis implantosoportadas con varios implantes y que éstos no estén lo suficientemente paralelos, este tipo de implantes se ven limitados y es necesario corregir la angulación con las interfases corona-implante adecuadas a dicha inclinación (Maeda y cols., 2006; Tsuge y Hagiwara, 2006).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Existen numerosos estudios que comparan las cualidades de los implantes de hexágono externo y los implantes de hexágono interno. Las ventajas que presentan los implantes de conexión interna frente los de conexión externa es que los de conexión interna poseen mejor retención de la prótesis y por tanto, mayor estabilidad, lo que disminuye la tensión en la región cervical de los implantes y dificulta la fractura y aflojamiento de los tornillos de retención (Silva y cols., 2007; Bernardes y cols., 2009).

### **1.1.3.3. Plataforma de cono morse.**

Otro de los sistemas que existe, es el de Cono Morse. En este sistema, a diferencia de los anteriores, el pilar se une al implante a través de una conexión cónica interna, bloqueando la interfase corona implante debido a la fricción mecánica entre la pared externa del pilar y la pared interna del implante (Salvi y Lang, 2001).

En la conexión de Cono Morse, al igual que en la conexión de hexágono interno, la unión del tornillo es más resistente que la de hexágono externo debido a que la unión en el primero es más profunda y tiene paredes internas con un ángulo convergente de 8 a 11 grados. La pared interna del implante soporta el pilar y disminuye la tensión mejorando la resistencia a la flexión del pilar en comparación con otras conexiones internas o externas (Norton, 1997; Macedo y cols., 2016). Además, presentan un menor microespacio entre el pilar-implante, reduciendo micromovimientos cuando se producen fuerzas oclusales y disminuyendo la acumulación de biopelículas, por lo que presentan menos periimplantitis cuando se colocan por encima de la cresta y una menor reabsorción del hueso crestral de forma general (Macedo y cols., 2016).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

#### **1.1.3.4. Cambio de plataforma.**

El concepto de cambio de plataforma o *platform switching* fue desarrollado para controlar la pérdida ósea periimplantaria tras la inserción del implante. Este sistema consiste en la colocación de componentes protésicos de menor diámetro en implantes con un diámetro mayor, lo que mejora la distribución del estrés y disminuye la pérdida ósea periimplantaria en el primer año de carga (Lazzara y Porter, 2006).

La preservación ósea en el cambio de plataforma se debe al sello biológico contra la fuga bacteriana, donde el tejido blando circundante protege el hueso crestral, lo que podría mejorar las condiciones estéticas de las papilas interdentes (Singh y cols., 2013).

#### **1.1.4. Sistema de retención de prótesis sobre los implantes dentales.**

En cuanto al tipo de la forma de retención corona-implante existen dos sistemas: cementado y atornillado.

Las coronas atornilladas poseen la ventaja de que pueden ser extraídas más fácilmente (simplemente desatornillándolas), presentan una mejor salud de los tejidos periimplantarios y no necesitan un gran espacio protésico para su colocación. Como inconvenientes hay que remarcar que, sufren mayores fracturas y grietas de la porcelana y pueden sufrir aflojamientos del tornillo o su fractura (Ragauskaitė y cols., 2017).

Las coronas cementadas presentan un mejor ajuste pasivo, mayor precisión en la superficie oclusal y una estética más conseguida (Ragauskaitė y cols., 2017).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de toques desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Además, podrían ser muy útiles en casos de implantes muy angulados permitiendo corregir dicha inclinación (Assaf y Gharbyeh, 2014). Sin embargo, provocan mayores complicaciones biológicas ya que requieren cemento para su fijación y es difícil eliminar los restos por completo, provocando inflamación en la encía (Ragauskaitė y cols., 2017; Assaf y Gharbyeh, 2014).

## **1.2. ESTRUCTURAS ANATÓMICAS DE LOS MAXILARES.**

Una de las principales claves en el éxito del tratamiento sobre implantes dentales es el perfecto conocimiento de la anatomía de los maxilares, así como un correcto diagnóstico y una planificación adecuada.

En el maxilar superior y en el maxilar inferior existen una serie de estructuras anatómicas que pueden limitar o impedir la colocación de implantes, ya que puede no existir una cantidad de hueso apropiada tanto en altura como en anchura. Esto es debido a que existen ciertos espacios anatómicos como los senos maxilares o el nervio dentario inferior que no pueden ser invadidos por los implantes o deben ser invadidos en muy poca medida.

### **1.2.1. Maxilar inferior.**

#### **1.2.1.1. Nervio dentario inferior.**

El nervio dentario inferior procede de la tercera rama del quinto par craneal o nervio trigémino, éste tiene tres ramas principales: oftálmica, maxilar y mandibular (Norton, 2007; Greenstein y cols., 2008b). El nervio mandibular da origen al nervio dentario inferior o nervio alveolar inferior (Ikeda y cols., 1996).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

El nervio dentario inferior se bifurca de la rama principal y entra en un canal mandibular en la superficie medial de la rama por la línula. Este nervio puede presentar diferentes trayectorias dentro de la mandíbula descendiendo de manera más o menos suave dentro de la mandíbula (Anderson y cols., 1991). En sentido buco-lingual el nervio cruza de lingual a bucal mientras avanza hacia el mentón, encontrándose en medial entre las corticales bucal y lingual a la altura del primer molar (Miller y cols., 1990). Por lo general el nervio dentario inferior se divide en el nervio mentoniano y nervio incisivo en la región comprendida entre el primer y segundo premolar. El nervio mentoniano se origina en el conducto mentoniano y sale de la mandíbula. El nervio incisivo continua por el canal mandibular denominándose nervio incisivo (Wadu y cols., 1997).

El canal mandibular se bifurca en diferentes planos (plano infero-superior o medial-lateral) en el 1% de los pacientes presentando más de un agujero mentoniano (Dario, 2002).

El nervio dentario inferior transcurre apicalmente, a una distancia media, de premolares, primeros molares y segundos molares de 4´7, 6´9 y 3´7 milímetros, respectivamente (Denio y cols., 1992).

En el canal mandibular se encuentra el nervio dentario inferior, una arteria, una vena y vasos linfáticos. La arteria se encuentra paralela al nervio, pero puede ir cambiando su posición situándose por encima o por debajo del nervio por lo que, es posible penetrar el canal mandibular con una fresa de implantes sin provocar hemorragia y provocar daño al nervio y viceversa (Ikeda y cols., 1996).

El nervio mentoniano se divide en tres ramas al emerger del agujero mentoniano proporcionando inervación a la piel existente alrededor del agujero mentoniano, el labio inferior, el mentón, las membranas mucosas y la encía (Pogrel y cols., 1997).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

La ubicación anatómica del foramen mentoniano puede diferir de unas personas a otras tanto en el plano horizontal como vertical, siendo la ubicación más común unos pocos milímetros por debajo del ápice de los premolares inferiores y entre ambos en el plano horizontal. En ocasiones, el nervio mentoniano se puede observar en forma de bucle ya que, el nervio dentario inferior discurre por debajo y por delante del agujero mentoniano y vuelve para emerger del foramen (Greenstein y Tarnow, 2006).

El canal incisivo es una continuación del canal mandibular en su interior se encuentra el nervio incisivo el cual, proporciona inervación al primer premolar, canino e incisivos. El canal incisivo se puede observar como tal, estrechándose a medida que llega la línea media, o como un laberinto de espacios intertrabeculares (Polland y cols., 2001).

#### **1.2.1.2. Fosa submandibular y sublingual.**

La fosa submandibular es una depresión que se encuentra en ambos lados de la mandíbula, situándose por debajo de la línea milohioidea y lingual a la cortical ósea. Ésta fosa contiene la glándula submandibular.

También podemos encontrar la fosa sublingual donde se encuentra la glándula sublingual. Esta fosa es una depresión poco profunda a ambos lados de la columna mentoniana y por encima de la línea milohioidea.

Si estas fosas son profundas, la pared ósea lingual puede perforarse y provocar una hemorragia por lo que hay que tener precaución con la angulación con la que se colocan los implantes en estas zonas (Greenstein y cols., 2008b).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **1.2.2. Maxilar superior.**

En el maxilar superior se pueden encontrar también diferentes estructuras anatómicas. Las principales estructuras anatómicas y más relacionadas con el objeto de este estudio son los senos maxilares y las fosas nasales.

### **1.2.2.1. Senos maxilares.**

Existen cuatro pares de senos paranasales: los maxilares, etmoidales, esfenoidales y frontales. Todos ellos están recubiertos de mucosa y en su interior hay aire. Están comunicados con las fosas nasales. Los senos nasales y paranasales forman una unidad estructural del tracto respiratorio y el epitelio especializado filtra, calienta y humidifica el aire inspirado preparándolo para un intercambio óptimo de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones (Krouse, 2012).

En concreto el seno maxilar tiene forma piramidal y es el seno paranasal más grande. Las dimensiones promedio típicas del seno son de altura de 36 a 45mm, de ancho de 25 a 35 y de longitud de 38 a 45mm (Van den Bergh y cols., 2000).

El ostium es la abertura desde el seno hasta el meato medio de la nariz. Está situado en la cara superior de la pared medial del seno maxilar por encima del primer molar. La distancia media desde el punto más inferior del suelo antral hasta el ostium es de 28´5mm (Wallace y cols., 2007).

El seno maxilar está rodeado por seis paredes (Misch, 1999). La pared anterior contiene el nervio infraorbitario y los vasos sanguíneos de los dientes anteriores. La arteria infraorbitaria emite las arterias alveolares anterosuperiores que irrigan la mucosa del seno en la sección anterior del seno. La pared superior es muy delgada

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

y constituye el suelo de la órbita. Una cresta ósea contiene el canal infraorbitario con el nervio y los vasos sanguíneos. La pared posterior corresponde a la región pterigomaxilar, que separa el antro de la fosa pterigopalatina. Contiene el nervio alveolar superior posterior y los vasos sanguíneos, incluido el plexo venoso pterigoideo y la arteria maxilar interna. La pared medial separa el seno de la fosa nasal. El ostium maxilar drena en el meato medio de la cavidad nasal. El suelo del seno puede extenderse entre las raíces de los molares superiores y puede estar 10 mm por debajo del suelo de las fosas nasales. La pared lateral forma el maxilar posterior y el proceso cigomático (Greenstein y cols., 2008b).

Se han localizado septos en el 31´7% de los senos maxilares en la zona de los premolares y no suelen compartimentar el antro por completo. Sin embargo, con frecuencia aumentan de tamaño a medida que avanzan medialmente (Ulm y cols., 1995).

#### **1.2.2.2. Fosas nasales.**

En la región anterior del maxilar superior también se debe llevar cuidado con la altura del hueso maxilar a la hora de realizar una cirugía de implantes puesto que, esta zona está delimitada por las fosas nasales. La cortical de las fosas nasales es más dura que el hueso maxilar por lo que se percibirá cierta resistencia al fresar en esta zona. Si se perfora y atraviesa esta cortical y por tanto la mucosa nasal, la cual es muy delgada, y se coloca el implante el paciente referirá molestias en dicha zona tras la cirugía. Además, si la mucosa se eleva tras la inserción del implante, puede interferir con el flujo del aire (Greenstein y cols., 2014).

### **1.3. CAUSAS DE IATROGENIA.**

Las estructuras anatómicas antes descritas son las más propensas a sufrir accidentes iatrogénicos intraoperatorios. A la hora de realizar un tratamiento con

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

implantes se debe tener mucho cuidado al seleccionar al paciente y los posibles lugares para la colocación del implante siempre mediante previa planificación con un CBCT (Bartling y cols., 1999).

### **1.3.1. Causas de iatrogenia en el maxilar superior.**

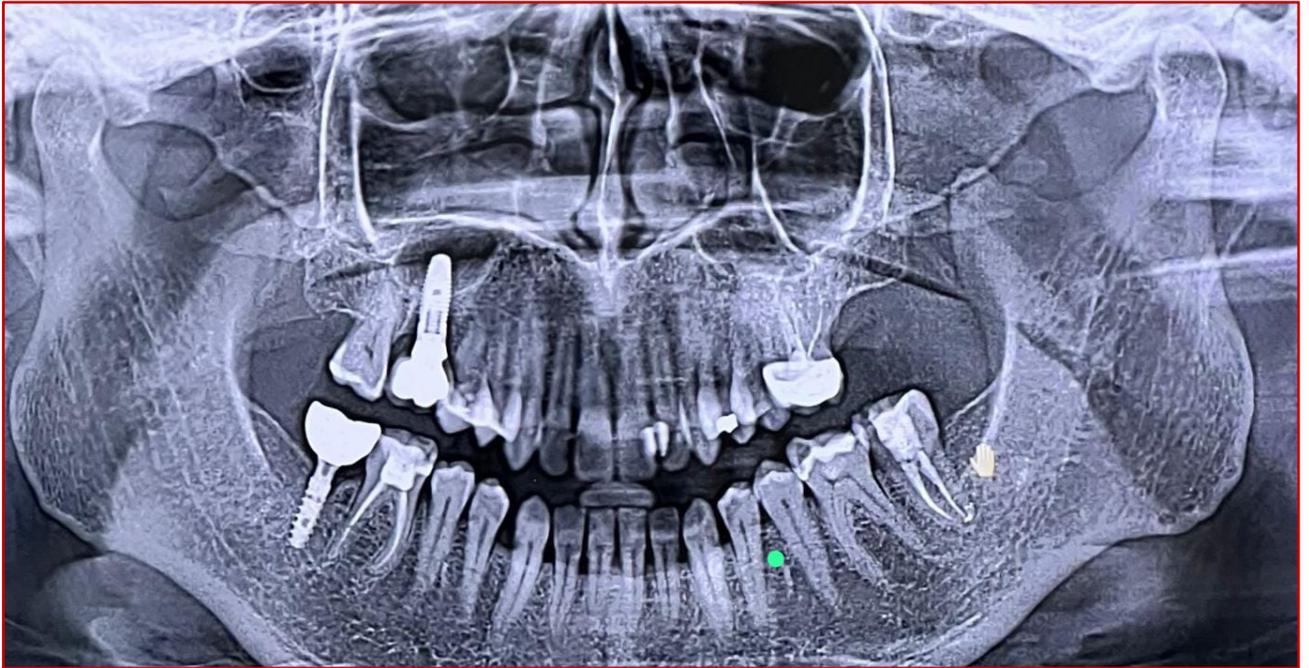
La migración de los implantes hacia el seno maxilar se puede clasificar como desplazamiento temprano o tardío.

El desplazamiento temprano puede ocurrir en el momento de la cirugía debido a una técnica quirúrgica incorrecta (Froum y cols., 2019), una fuerza excesiva durante la colocación del implante (Jin y cols., 2019), una falta de estabilidad primaria en el momento de la colocación del implante, calidad o cantidad ósea inadecuada o cambios en la presión del seno intranasal (Froum y cols., 2019).

El desplazamiento tardío ocurre tras la carga del implante, puede ocurrir por una carga temprana, reacciones inflamatorias que causan periimplantitis, pérdida ósea o sobrecarga del implante (Froum y cols., 2019).

Si se introduce el implante en el seno, éste puede actuar como cuerpo extraño provocando complicaciones graves. El implante deberá ser extraído lo antes posible, incluso en pacientes asintomáticos, para evitar la proliferación de la infección a otros senos paranasales u otras zonas anatómicas (Brescia y cols., 2019). No se conocen exactamente los motivos por el que migran ni cómo migran los implantes dentro del seno maxilar (Park y cols., 2018).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 1:** Imagen de un implante dental colocado en el primer cuadrante usando fresas sin tope, donde se observa que el implante fue intruido en el seno maxilar.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

La secuela más significativa por cuerpos extraños en el seno maxilar es la sinusitis crónica con o sin pólipos nasales la cual, puede causar cuadros graves como pansinusitis, panoftalmítis y celulitis orbitaria (Brescia y cols., 2019). Realizar una elevación de seno y una colocación de los implantes tras 6 meses de formación ósea puede prevenir estas complicaciones (Manor y cols., 2018).

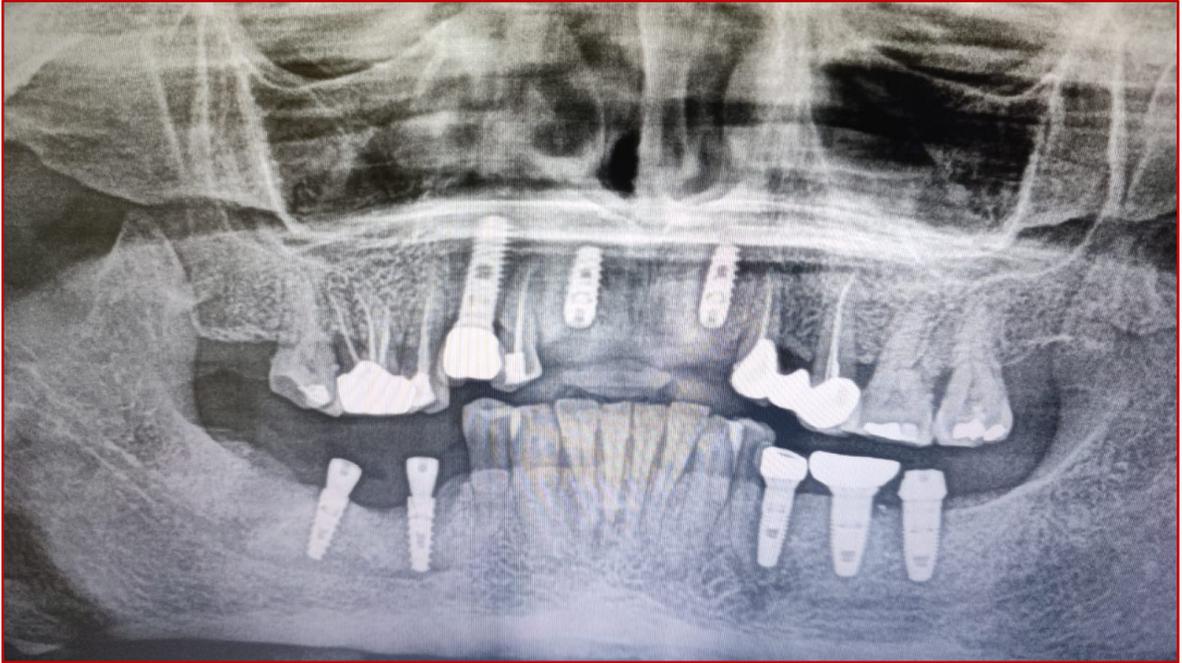
### **1.3.2. Causas de la iatrogenia en el maxilar inferior.**

La incidencia de lesiones del nervio alveolar inferior con un tratamiento de implantes puede variar de 0 a 40% (Hegedus y cols., 2006). La mayoría de los casos de parestesia se pueden prevenir, pero no curar. Cuando se produzca una parestesia se debe iniciar un seguimiento rápido, ya que los primeros meses pueden determinar el grado de recuperación del nervio.

Al colocar un implante dental se establece una zona de seguridad de entre 2-4 mm. Se debe tener especial cuidado con la zona del bucle del mentoniano ya que en ocasiones no se observa nítido en el CBCT (Greenstein y Tarnow, 2006; Greenstein y Cols., 2008a).

Si durante el fresado se observa que el hueso cede puede ser indicativo de protrusión a través de la cortical lingual o vestibular, pero también puede estar asociado con la fractura del techo del canal del nervio dentario inferior, lo que aumentará el riesgo de hemorragia en el canal y la posible compresión del nervio. Además, aumentará la probabilidad de que se introduzcan en el canal restos de preparación o soluciones alcalinas lo cual también podría causar daño al nervio. Si se observase un sangrado arterial o venoso alveolar inferior puede ser recomendable no colocar el implante y esperar 2-3 días para asegurarse de que no se ha producido daño en el nervio dentario inferior (Renton, 2010).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 2:** Imagen de dos implantes dentales colocados en el cuarto cuadrante usando fresas sin tope, donde se observa que los implantes están en contacto con el nervio dentario inferior.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

El odontólogo debe tener en cuenta que algunas fresas de preparación son hasta 1'5 mm más largas que el implante colocado (dependiendo del fabricante) (Greenstein y Tarnow, 2006).

Si el operador sospecha de una lesión del nervio debe realizar un examen neurosensorial básico de área neuropática y determinar si el paciente experimenta dolor, sensibilidad alterada o entumecimiento y documentar los resultados una vez pasado el efecto de la anestesia. Tras unas horas después de la intervención se podrá comprobar si los efectos de la anestesia han desaparecido y si existe algún tipo de neuropatía. Lo más probable es que estas lesiones ocurran durante la preparación y no durante la colocación del implante. El trauma puede ser directo (mecánico o químico) e indirecto (inflamación o hemorragia). La hemorragia producida por la perforación de la arteria o vena que discurre por encima del nervio, al igual que la inflamación producida, puede comprimir y causar isquemia del nervio dentario inferior (Nazarian y cols., 2003).

En el momento de la preparación del lecho del implante dental, si el paciente refiere un dolor agudo o una sensación similar a una descarga eléctrica y se observa mayor sangrado, se debe detener la intervención y comprobar mediante radiografía la posición del nervio respecto a la preparación del lecho (Nazarian y cols., 2003).

En una supuesta afección del nervio se debe contactar al paciente después de que el efecto de la anestesia haya desaparecido para comprobar si tiene una sensibilidad normal. En el caso de que presente una parestesia se debe considerar la posibilidad de retirar el implante en las 24 horas posteriores a la colocación y pautar AINEs y corticoides (Nazarian y cols., 2003).

El uso de adrenocorticoides (por ejemplo, dexametasona) si se administra en dosis altas disminuye la neuropatía. La dexamentasona se recomienda

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

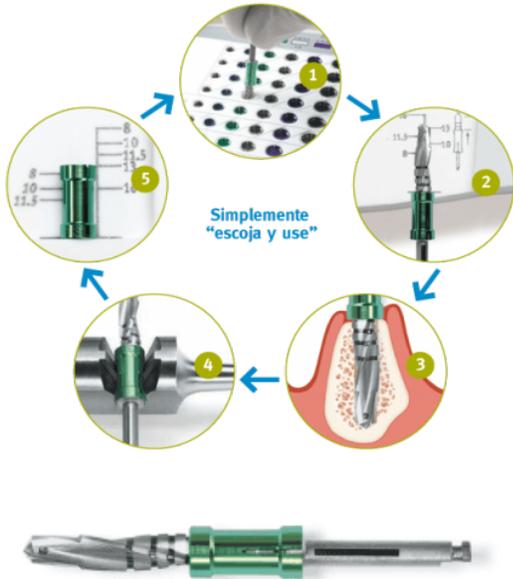
específicamente debido a sus mayores efectos antiinflamatorios en comparación con otros corticoesteroides y se debe administrar durante cinco o siete días. Por otro lado, los AINEs son excelentes inhibidores de la síntesis de prostaglandinas de las terminaciones nerviosas periféricas dañadas. Al dañarse los nervios periféricos se liberan estas prostaglandinas que sensibilizan las fibras nociceptoras periféricas y las neuronas del tracto espinal central. Así que el uso de AINEs complementado a los corticoesteroides durante una a tres semanas tras la lesión del nervio es el tratamiento adecuado en las etapas aguda e intermedia de recuperación nervio trigémino (Misch y Resnik, 2010).

#### **1.4. TOPES DE FRESAS DE IMPLANTES.**

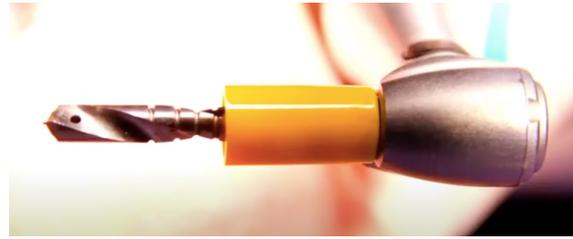
Uno de los métodos de los que se dispone para que no ocurran estas complicaciones son la utilización de topes para las fresas dentales. Existen diferentes tipos de topes y de múltiples fabricantes. Hay fabricantes de implantes que ofrecen unos topes con un tamaño específico para sus fresas de instrumentación (como Strauman®, Nobel biocare®, Zimmer®, 3i, etc.). También existen unos topes para fresas universales de la casa comercial Zosseo® los cuales, se adaptan a las fresas de diferentes compañías (Greenstein y cols., 2014).

Podemos encontrar topes de fresa reutilizables (Strauman®, Zimmer®, Nobel Biocare®) y de un solo uso (Strauman®, 3i®). Los juegos de topes de fresa que son desechables se pueden usar con fresas reutilizables o desechables. Normalmente se encuentran clasificados por colores según el tamaño (Greenstein y cols., 2014).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 3:** Topes de fresas Zimmer Dental®, Varsovia, Polonia. Imagen obtenida de: <https://zimplant.com/wp-content/uploads/elementor/thumbs/Guide-de-uso-Kit-de-Topes-para-Fresas-Zimmer-oz0j0712ui2l5537qhxloxy5432g90xk3940g4knm0.png>



**Figura 4:** Sistema universal de topes reutilizables Zosseo®, Seattle, EEUU. Imagen obtenida de: <https://www.aegisdentalnetwork.com/media/thumbnail/33699/255x255>



**Figura 5:** Topes de fresas Strauman® Andover, EEUU. Imagen obtenida de: <https://straumannprod-h.assetsadobe2.com/is/image/content/dam/external/pim/04/0405/040588S.jpg?wid=1200&hei=1200>.



**Figura 6:** Fresas prefabricadas con topes. Galimplant® S.L, España.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

La utilización de topes durante la cirugía en implantes dentales aporta diferentes beneficios como:

- Seguridad: evita la perforación excesiva, impidiendo la penetración en los senos maxilares, las fosas nasales, el canal mandibular o el canal mentoniano.
- Eficiencia y precisión: permite alcanzar profundidades de fresado precisas con una mejor visión, consiguiendo una secuencia de fresado más rápida.
- Mejor visibilidad: ya que no es necesario ver las líneas de la fresa al utilizar los topes.
- Reducen el estrés al dentista: sobre todo, en cirugías complicadas y con poca cantidad de hueso donde éste está limitado por estructuras anatómicas críticas.
- Disminución del estrés del paciente: debido a que el paciente ha firmado un formulario de consentimiento informado, que establece que puede sufrir daño nervioso si se perfora la zona del nervio dentario inferior, la utilización de topes de fresado le aportará mayor tranquilidad (Greenstein y cols., 2014).

Sin embargo, con todas las ventajas que aporta la utilización de topes de fresado sólo el 11% de los dentistas utilizan esta herramienta en sus cirugías, desconociéndose el motivo por el cual es tan poco frecuente su utilización. El motivo por el cual su uso es tan bajo podría deberse a motivos económicos o a la dificultad de mantenimiento en las condiciones apropiadas (Yilmaz y cols., 2017; Ucer y cols., 2017).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.**

### **2.1. JUSTIFICACIÓN.**

La pérdida de los dientes naturales es uno de los mayores problemas que afectan a la salud bucodental, influyendo en la calidad de vida de las personas y abocando al paciente a una deficiente capacidad funcional como a desafíos nutricionales, estéticos y psicológicos (Steele y cols., 2004).

Como solución a este problema de salud en la población y poder reponer los dientes perdidos aparecieron las prótesis sobre implantes. Las prótesis sobre implantes son las que más se aproximan a una función muscular y una percepción adecuada por parte del paciente ya que no es necesario apoyo mucoso y no hay que extenderse demasiado sobre los tejidos blandos. Por otro lado, mantienen el tejido óseo remanente y reproducen unas dimensiones dentales similares a los dientes naturales (Misch, 2008).

Actualmente, debido a la mayor esperanza de vida, es más frecuente que en la población se produzca la pérdida de uno o varios dientes, que fracasen prótesis fijas sobre dientes o se produzcan desadaptaciones en las prótesis removibles. Por ello y por su mayor predictibilidad ha aumentado significativamente la colocación de implantes en los últimos años, además de ser cada vez más conocidos por parte de la población (Misch, 2008).

A finales del siglo XX la tasa de colocación de implantes se encontraba alrededor del millón en todo el mundo (Brunski, 1999). Los años siguientes se llegó a estimar una tasa de crecimiento anual del 20% a nivel mundial (Watzek, 2006) y

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

a día de hoy se calcula que en España se pueden colocar entre 1,2-1,4 millones de implantes dentales al año (Rodrigo y cols., 2018).

La rehabilitación oral de uno o más dientes perdidos mediante implantes dentales es una disciplina compleja que requiere de un perfecto conocimiento de la anatomía de los maxilares, así como un correcto diagnóstico y una planificación adecuada (Greenstein y cols., 2008b).

En el maxilar inferior y el maxilar superior existen una serie de estructuras anatómicas que pueden limitar o impedir la colocación de implantes ya que, puede no existir una cantidad de hueso apropiada tanto en altura como en anchura. Esto es debido a que existen ciertos espacios anatómicos que no pueden ser invadidos por los implantes o deben ser invadidos en muy poca medida (Greenstein y cols., 2008b).

En el maxilar inferior hay que tener cuidado con ciertas estructuras anatómicas como son el nervio dentario inferior, la fosa submandibular y la fosa sublingual. Por otro lado, en el maxilar superior con las estructuras anatómicas con las que se debe llevar precaución son los senos maxilares y las fosas nasales (Greenstein y cols., 2008b; Greenstein y cols., 2014).

Al dañar estas estructuras podemos causar desde parestesias reversibles o irreversibles en el caso de lesionar el nervio dentario inferior, hasta afectación del agujero mentoniano (Bartling y cols., 1999), sinusitis al invadir los senos maxilares, interferir en el flujo del aire si se sobrepasa la cortical de las fosas nasales, hemorragias si se perfora algún vaso sanguíneo o afectación de las glándulas salivales submandibulares o sublinguales (Froum y cols., 2019; Greenstein y cols., 2014).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Uno de los métodos de los que se dispone para que no ocurran estas complicaciones son la utilización de topes para las fresas dentales. Existen diferentes tipos de topes y de múltiples marcas comerciales (Greenstein y cols., 2014).

La utilización de topes durante la cirugía en implantes dentales aporta los siguientes beneficios como, evitar dañar las estructuras anatómicas antes mencionadas, permite alcanzar unas profundidades de fresado precisas con poca visión y reduce el estrés tanto del profesional como del paciente (Greenstein y cols., 2014).

Sin embargo, aún con estas ventajas se siguen realizando más cirugías de implantes dentales sin topes que con topes de fresado debido a la falta de universalidad de estos topes, a su alto coste económico y a la dificultad de conseguir una limpieza adecuada de los mismos al ser reutilizables. Por todo ello nos planteamos el diseño del sistema de topes desechables FCA Universal Drill Stop, un sistema compatible con todas las marcas de implantes dentales y con unos costes de fabricación más bajos que el resto de los sistemas.

En el aspecto social, la validación de este nuevo sistema de topes desechables FCA Universal Drill Stop busca mejorar la precisión, eficiencia y seguridad durante el fresado implantológico con el fin de disminuir las posibles complicaciones mencionadas anteriormente. Además, el bajo coste de producción del nuevo sistema, mediante una realización previa de estudios coste-beneficio, permitirá su uso en todas las osteotomías quirúrgicas de implantes dentales reduciendo la iatrogenia antes descrita y por tanto, mejorando la calidad de vida del paciente.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Desde el punto de vista profesional, lo que pretende este trabajo es solventar las limitaciones actuales que se presentan en las cirugías con topes para las fresas de implantes manteniendo todos los beneficios que éstas otorgan y reducir el estrés a los profesionales.

Finalmente, cabe destacar que este estudio tiene una utilidad metodológica puesto que se pueden realizar futuras investigaciones, permitiendo análisis conjuntos, comparaciones entre periodos temporales y evaluaciones sobre la metodología realizada.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **2.2. OBJETIVOS.**

El objetivo general de este estudio fue analizar mediante un estudio *in vitro* la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop (Número de solicitud en la Oficina Española de Patentes y Marcas U2021132218) (Anexo 1). Se definió como hipótesis nula de este trabajo que, los topes desechables de fresas quirúrgicas del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop ofrecen la misma precisión en la profundidad del fresado implantológico que los topes de fresas convencionales o que las actuales fresas prefabricadas con topes.

El objetivo general puede ser desglosado en una serie de objetivos específicos que nos permitan responder y aclarar los diferentes aspectos que plantea nuestro estudio.

### **▪ Objetivos específicos.**

1. Evaluar mediante el estudio *in vitro* la correlación entre la profundidad de fresado implantológico cuantificada clínicamente mediante sonda periodontal y la cuantificada radiográficamente para validar la precisión y correlación entre ambas variables.
2. Analizar clínicamente mediante sonda periodontal la frecuencia de suprafresados, infrafresados o fresados correctos usando fresas sin topes, fresas prefabricadas con topes (Gold Standard) y fresas con topes desechables del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop.

Análisis mediante un estudio *in vitro* de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

3. Determinar radiográficamente la frecuencia de suprafresados, infrafresados o fresados correctos usando fresas sin topes, fresas prefabricadas con topes (Gold standard) y fresas con topes desechables del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop.
4. Comparar la precisión clínica cuantificada mediante sonda periodontal, en la profundidad de fresado implantológico usando fresas sin topes, fresas prefabricadas con topes (Gold standard) y fresas con topes desechables del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop.
5. Confrontar la precisión radiográfica en la profundidad de fresado implantológico usando fresas sin topes, fresas prefabricadas con topes (Gold standard) y fresas con topes desechables del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3. METODOLOGÍA.**

El estudio fue diseñado siguiendo las recomendaciones CRIS (Checklist for Reporting *In vitro*) (Krithikadatta y cols., 2014) tras la aprobación del protocolo de estudio por el Comité de Bioseguridad en Experimentación de la Universidad de Murcia (401/2021) (Anexo 2) y fue realizado entre febrero de 2021 y abril de 2022 en la Clínica Odontológica Universitaria y el Servicio de Apoyo a la Investigación (SAI) de la Universidad de Murcia.

#### **3.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HUESO.**

Las costillas bovinas de vaca fueron obtenidas de un total de 3 animales hembras de 18 meses de vida y 650 kg de peso. El uso de costillas bovinas como modelo para estudios *in vitro* en implantología dental ha sido ampliamente descrito en la literatura científica, debido a su similitud con el hueso mandibular humano en relación a la densidad ósea, es decir, a una gran similitud en la proporción de hueso cortical y hueso esponjoso (Eriksson y Adell, 1986; Yacker y Klein, 1996; Davidson y James, 2000; Ercoli y cols., 2004; Rashad y cols., 2011; Oliveira y cols., 2012).

Con el objetivo de estandarizar las muestras de hueso y que todas fueran homogéneas se obtuvo un total de 78 costillas de 3 animales (cada vaca tiene un total de 13 costillas pares,  $n= 26$ ). Estas muestras óseas de 15 centímetros de longitud, fueron lavadas con suero fisiológico y el tejido blando residual fue eliminado utilizando periostotomo y tijeras.

Las regiones proximal y distal de cada costilla fueron eliminadas, debido a la curvatura, y obteniendo una porción central de aproximadamente 15 centímetros de longitud.

Análisis mediante un estudio *in vitro* de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**A**



**B**



**C**

**Figura 7:** **A)** Costillas bovinas sin limpiar. **B)** Costillas de vaca lavadas utilizando periostotomo y suero fisiológico con la porción distal y medial. **C)** Longitud de las costillas de vaca con la región distal y medial.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Una vez obtenida esta porción central, cada muestra de hueso fue seccionada perpendicularmente al eje axial de la costilla en cilindros de 2 cm con una sierra de disco mecánica y posteriormente, fueron inmersas en una solución de suero salino y etanol a una proporción de 1:1 durante 30 minutos, siguiendo la metodología descrita por Tricio y cols. (Tricio y cols., 1995).

Además de lo anteriormente descrito, estas porciones centrales se seleccionaron estableciendo los siguientes criterios de inclusión:  $\geq 15$  mm de altura,  $\geq 6$  mm de ancho, y que tuvieran un hueso cortical de 1,5-2 mm. Estas características, permitían que las muestras de hueso tuvieran un tipo de hueso tipo II de acuerdo a la clasificación de Lekholm y Zarb para huesos humanos, es decir, hueso cortical ancho rodeando a hueso esponjoso denso (Lekholm y Zarb, 1985). De las 78 costillas, se necesitaron un total de 60 costillas que cumplieron los criterios de inclusión.

Las costillas fueron congeladas en solución salina a  $-10^{\circ}\text{C}$  para minimizar los cambios termofísicos y las propiedades mecánicas de las muestras óseas (Sedlin y Hirsch, 1966; Harder y cols., 2009).

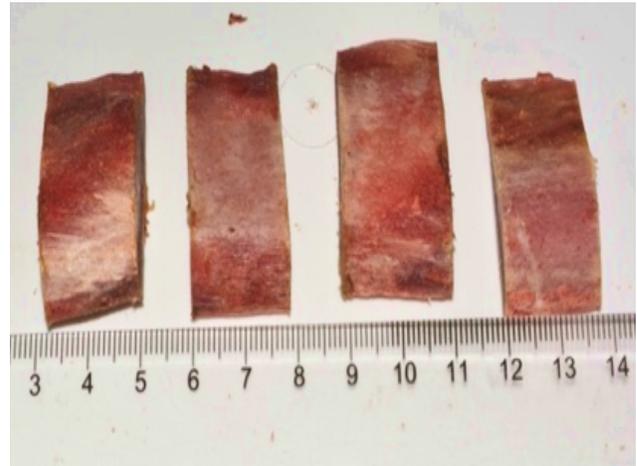
Antes de realizar las osteotomías del fresado implantológico, las muestras de hueso fueron descongeladas manteniéndolas en una habitación a una temperatura aproximada de  $21^{\circ}\text{C}$  durante 3 horas, envueltas en una gasa empapada en suero fisiológico.

Finalmente, antes de las osteotomías, cada muestra fue posicionada sobre una base de silicona polimerizada (Labosil®, Protechno S.A., Girona, España) para facilitar el fresado.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**A**



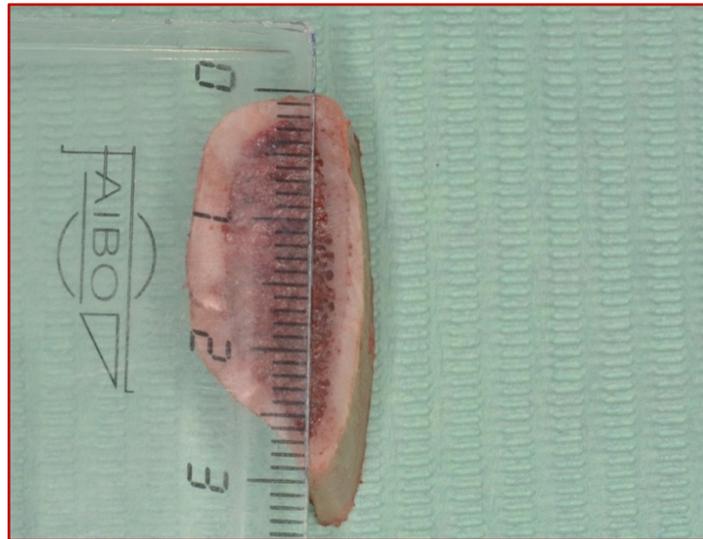
**B**



**C**

**Figura 8:** **A)** Cortado de las costillas mediante una sierra mecánica. **B)** Porciones de 2 cm donde se realizó el fresado implantológico. **C)** Inmersión de las secciones de costilla en una solución de alcohol y suero salino en la proporción 1:1 durante 30 min.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**A**



**B**

**Figura 9:** **A)** Porción ósea con más de 15 mm de alto y una cortical ósea de 1,5-2 mm. **B)** Porciones óseas con más de 6 mm de ancho.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de toques desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

### 3.2. PROTOCOLO PARA LAS OSTEOTOMÍAS DE FRESADO.

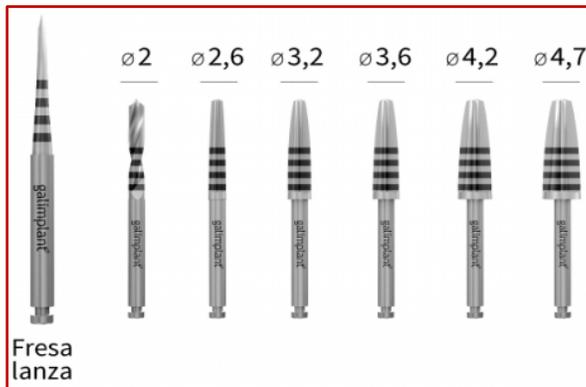
Se obtuvieron 300 muestras de hueso y fueron randomizadas usando un servicio online de aleatorización [www.randomization.org](http://www.randomization.org) dentro de 3 grupos (n=20 costillas por grupo). Se realizaron tres tipos de fresado por lo que cada grupo tenía una n=100.

En todos los tipos de fresado se realizó la osteotomía en la porción central de la muestra ósea, quedando 1 cm aproximadamente en cada lado del lecho del implante.

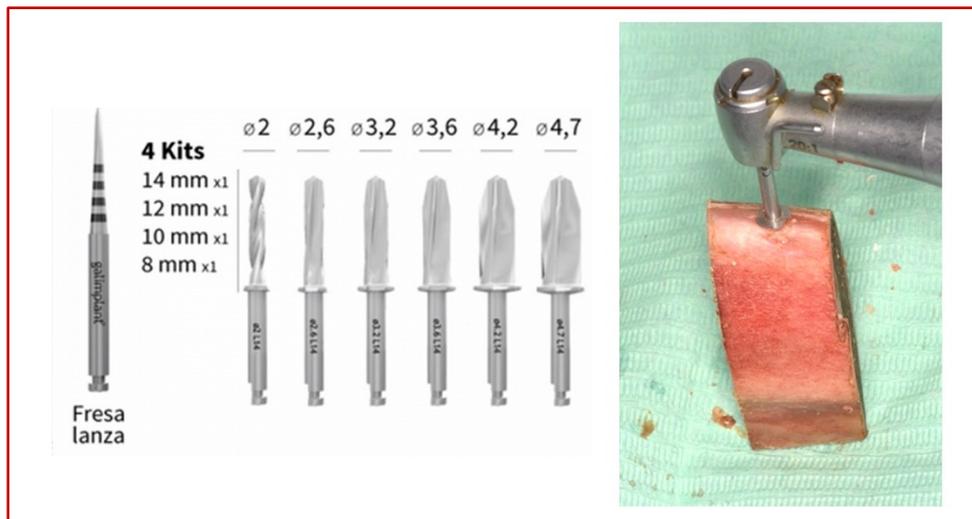
Los tres tipos de fresado estudiados fueron:

- Grupo 1 (fresado sin topes, n=100): se realizó la secuencia completa de fresado de un implante de 10 mm de longitud y 4 mm de ancho IPX Galimplant® (Galimplant S.L., Sarria, España). Siguiendo las indicaciones del fabricante se realizó el fresado para un tipo de hueso tipo II a 800-1000 r.p.m. con irrigación con suero fisiológico. En todos los subgrupos de estudio se instrumentó a una profundidad de osteotomía de 10 mm de longitud. La secuencia de fresado será: fresa de lanza de 2 mm de diámetro, y 4 fresas helicoidales posteriores de 2 mm; 2,6 mm; 3,2 mm y 3,6 mm de diámetro. En este subgrupo no usaremos topes de fresa.
- Grupo 2 (fresado con fresas quirúrgicas prefabricadas con topes, n=100) (Gold Standard): se realizó la secuencia de fresado con los mismos parámetros de longitud y diámetro que en el grupo 1 pero a diferencia del grupo anterior, se instrumentó con fresas quirúrgicas prefabricadas con topes (Galimplant S.L., Sarria, España).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 10:** Secuencia de fresado con fresas sin tope.  
<https://clientes.galimplant.com/images/257.jpg?1669527378>



**Figura 11:** Secuencia de fresado con fresas con tope prefabricado.  
<https://clientes.galimplant.com/images/257.jpg?1669527378>

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

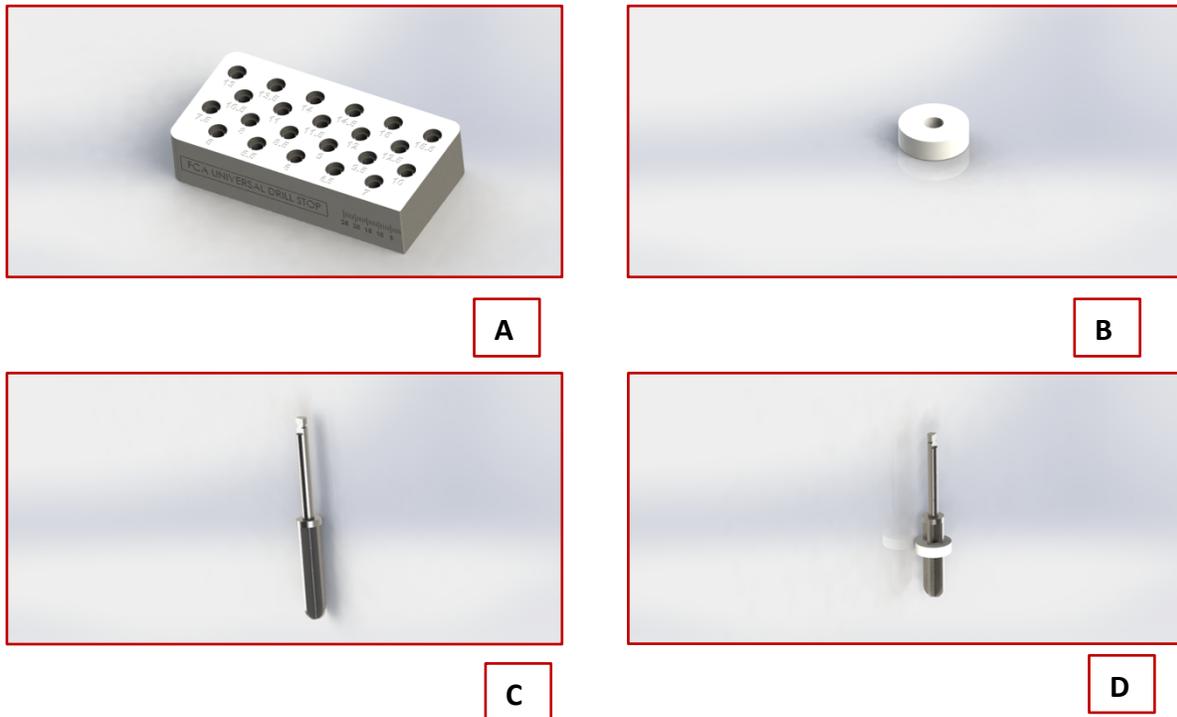
- Grupo 3 (fresado con los topes desechables para fresas del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop): en este caso se colocaron en todas las fresas, a partir de la fresa helicoidal de 2 mm, los topes desechables de fresas del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop, a una longitud de 10 mm.

Los topes FCA Universal Drill Stop se pueden colocar en las fresas utilizando una platina en la que se encuentran las longitudes a las que se desearían colocar los topes. Este dispositivo universal de medición de topes universales desechables para fresas implantológicas comprende un cuerpo con una cara superior, una cara inferior opuesta y unas caras laterales entre ambas, donde la cara superior comprende una pluralidad de orificios cilíndricos.

Cada uno de estos orificios cilíndricos tiene un mismo diámetro y una profundidad distinta correspondiente en cada caso a una longitud de fresado. Así mismo, cada orificio presenta un tramo superior con un diámetro mayor que el del resto del orificio, desde la cara superior hasta una profundidad tal que permite el acoplamiento de un tope desechable en el mismo. Estas longitudes abarcan de los 5 mm hasta los 16,5 mm con un intervalo de 0,5 mm.

El dispositivo comprende además unos medios de comprobación de la longitud de fresado delimitada en la fresa, formados por una escala graduada, dispuesta en una primera cara lateral del cuerpo desde su intersección con una segunda cara lateral, y una pieza de sujeción de la fresa que presenta un primer extremo fijado a esta segunda cara lateral y un segundo extremo que sobresale respecto a la primera cara lateral perpendicularmente a ésta.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 12:** Primer diseño sin posicionador para comprobar la profundidad. **A)** Platina de los tope FCA Universal Drill Stop; **B)** Tope FCA Universal Drill Stop; **C)** Fresa sin tope; **D)** Fresa con el tope FCA Universal Drill Stop.

El segundo extremo de esta pieza de sujeción presenta un orificio pasante de igual diámetro que los orificios del cuerpo, donde este orificio pasante tiene un tramo inicial, desde la cara de la pieza de sujeción orientada de forma opuesta al cuerpo, que presenta igual diámetro y profundidad que el tramo superior de los orificios del cuerpo.

Con el dispositivo universal de tope desechables para fresas implantológicas que aquí se propone se obtiene una mejora significativa del estado de la técnica. Esto es así pues se consigue un dispositivo con orificios que presentan medidas de profundidad correspondientes a diferentes longitudes de fresado que pueden delimitarse en las diferentes fresas quirúrgicas de todos los sistemas de implantes disponibles en el mercado. Por otra parte, como el diámetro de estos orificios

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de tope desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

presenta un valor igual o mayor al diámetro máximo de fresa existente actualmente a nivel a comercial queda asegurado que cualquier fresa va a poder delimitar su longitud de fresado mediante este dispositivo y se puede asegurar que se trata de un dispositivo universal.

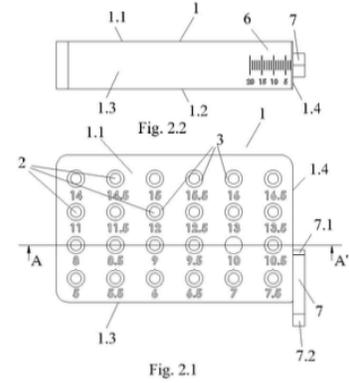
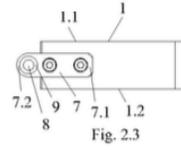
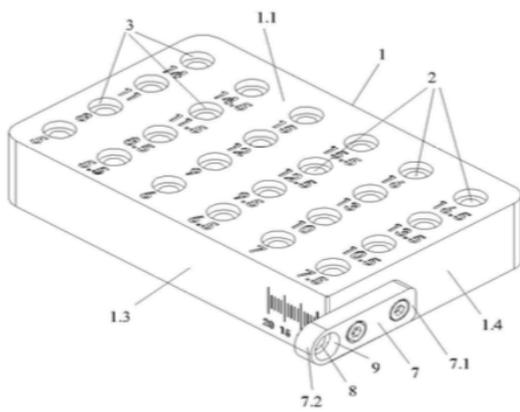
Los topes desechables están fabricados preferentemente en politetrafluoretileno (PTFE), también conocido como teflón, que presenta como ventajas su biocompatibilidad, pues es prácticamente inerte y no reacciona con otras sustancias químicas, excepto en situaciones muy especiales. Además, tiene un bajo coeficiente de rozamiento y una gran impermeabilidad, ya que mantiene sus cualidades en ambientes húmedos, una constante dieléctrica baja, es antiadherente, y fundamentalmente tiene una estabilidad térmica y resistencia química inusualmente altas.

Esta última propiedad hace del PTFE un material con un elevado punto de fusión, concretamente más de 260°C, resistiendo hasta 300°C con una corta exposición en el tiempo, lo que permite que pueda ser distribuido previamente esterilizado en autoclave a temperaturas de 120-135°C y 1-2 atmósferas.

Este material es de gran resistencia y flexibilidad por lo que se evita la rotura y cualquier otro tipo de deformación de los topes cuando se introduce en ellos las fresas, siendo un compuesto ideal para este tipo de aplicaciones.

Además, la flexibilidad del PTFE permite que el orificio central de los topes ceda y se adapte adecuadamente cuando el diámetro de la fresa es superior a los 2 mm, evitando de esta manera tener que disponer de topes adaptados a todas y cada una de las fresas existentes del mercado.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 13:** Segundo diseño con posicionador para comprobar la profundidad.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

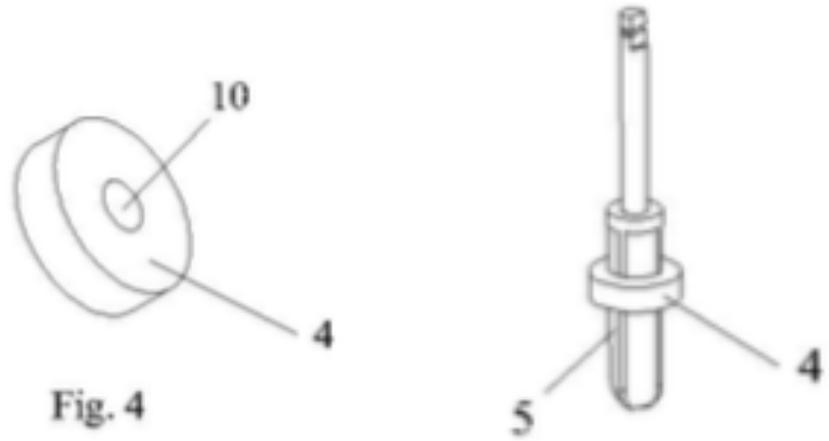
Estos topes se posicionan siempre en la parte activa o cortante de las fresas implantológicas, lo que permite que sea un sistema verdaderamente universal, ya que, cualquier fresa implantológica, independientemente de su marca comercial, va a poder delimitar su longitud de fresado mediante este dispositivo, con independencia de su morfología, tanto en la longitud de su vástago, como en el diámetro de unión entre el vástago y la parte activa de la fresa.

Con este dispositivo es posible evitar las osteotomías excesivamente profundas y por tanto, el riesgo de lesionar al paciente, en concreto las estructuras anatómicas pudiendo extenderse a todos los sistemas de implantes dentales disponibles en el mercado.

Por otro lado, gracias a los medios de comprobación de la longitud de fresado delimitada en la fresa es posible confirmar que dicha longitud de fresado, delimitada mediante el tope, es la deseada.

Además, tanto el cuerpo como la pieza de sujeción de los medios de medición del dispositivo están realizados preferentemente en acero inoxidable que permite ser esterilizado con vapor de agua mediante autoclave, a temperaturas de entre 120°-135° y presión de entre 1-2atm, siendo esto esencial en los dispositivos de aplicación médica. Por otro lado, el acero inoxidable evita cualquier tipo de deformación del dispositivo y que este pueda variar en cualquier de sus medidas o elementos que lo conforman.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



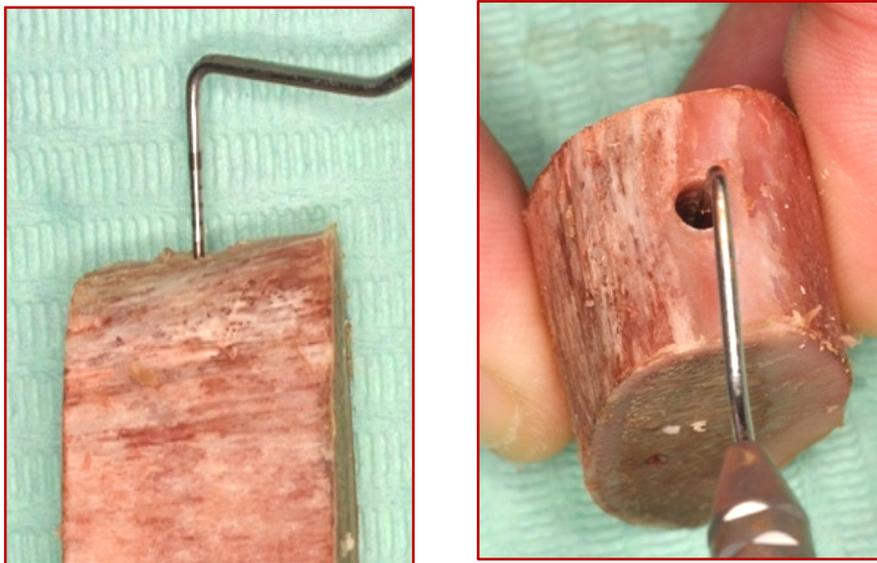
**Figura 14:** Fresado con los topes FCA Universal Drill Stop.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

### 3.3. CUANTIFICACIÓN MANUAL DE LA PROFUNDIDAD DE LAS OSTEOTOMÍAS.

Con el objetivo de facilitar y obtener unas medidas más precisas a la hora de la cuantificación de la profundidad clínica, y sobre todo radiográfica, ambas variables de medición de la profundidad de fresado fueron cuantificadas por dos observadores previamente entrenados, obteniéndose como valor de estudio las medias obtenidas entre las dos observaciones.

Para medir clínicamente la profundidad de las osteotomías, usamos una sonda periodontal calibrada, que penetraba en el lecho del implante hasta la porción más apical de la misma.



**Figura 15:** Medición con sonda periodontal de la longitud de fresado.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de toques desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

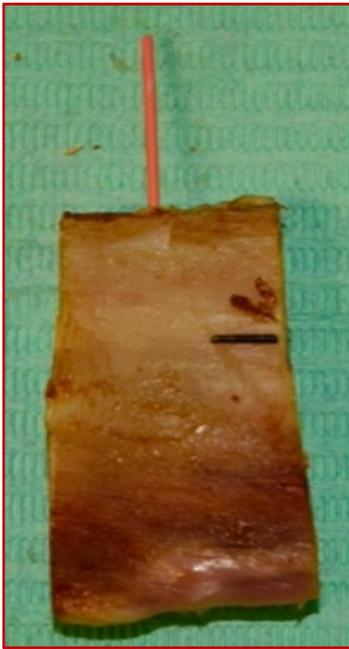
### **3.4. CUANTIFICACIÓN RADIOGRÁFICA DE LA PROFUNDIDAD DE LAS OSTEOTOMÍAS.**

Las muestras óseas con el lecho implantológico se colocaron sobre una película radiográfica plana y se realizó una radiografía intraoral periapical. Las radiografías se obtuvieron mediante el sistema de radiografía dental CS 2100 System (Carestream Health, Inc., Rochester, NY, EEUU) a 70 Kv, 8 mA, con un tiempo de exposición de 0,16 segundos, y a una distancia foco placa de 10 cm. El haz de rayos, incidió siempre perpendicular al eje axial de la osteotomía y perpendicular a la placa de imágenes digitales CS 7600 (Carestream Health, Inc., Rochester, NY, EEUU).

Para poder calibrar posteriormente las imágenes digitales obtenidas, todas las radiografías fueron tomadas colocando un segmento metálico de 6 mm de longitud en la parte inferior de cada una de las muestras óseas como material radiopaco .

Finalmente, la longitud de la osteotomía fue cuantificada usando el software de análisis de imagen ImageJ<sup>®</sup> versión 1.48v (National Institutes of Health, Maryland, EEUU).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



A



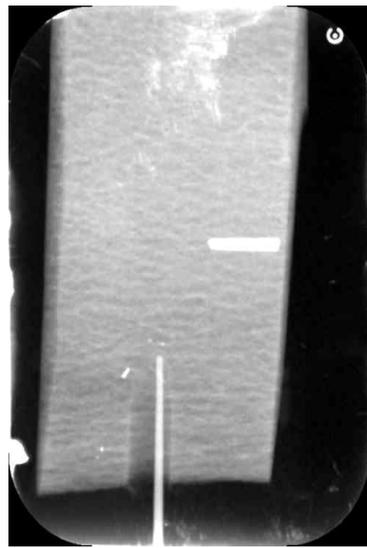
B



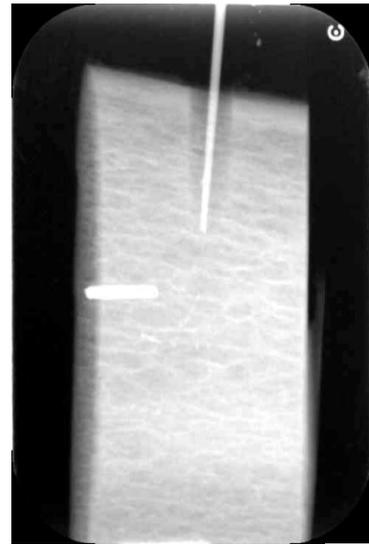
C

**Figura 16: A) y B)** Realización de radiografías periapicales con calibrador metálico y punta de gutapercha. **C)** Sistema de radiografía dental CS 2100 System (Carestream Health, Inc., Rochester, NY, EEUU) a 70 Kv, 8 mA, con un tiempo de exposición de 0,16 segundos.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



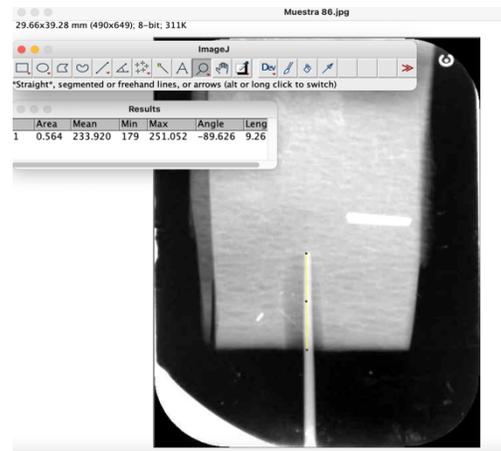
A



B



C



D

**Figura 17: A y B) Radiografías periapicales obtenidas; C y D) Imágenes procesadas con el software de análisis de imagen ImageJ® versión 1.48v (National Institutes of Health, Maryland, EEUU).**

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

### **3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.**

Los datos fueron analizados mediante el software estadístico SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS® Inc, Chicago, IL, USA) y se realizó un estudio descriptivo de cada una de las variables.

Fueron aplicados el test Kolmogorov-Smirnov, el test de homogeneidad de la varianza de Levene y los datos mostraron una distribución normal por lo que fueron analizados mediante pruebas paramétricas.

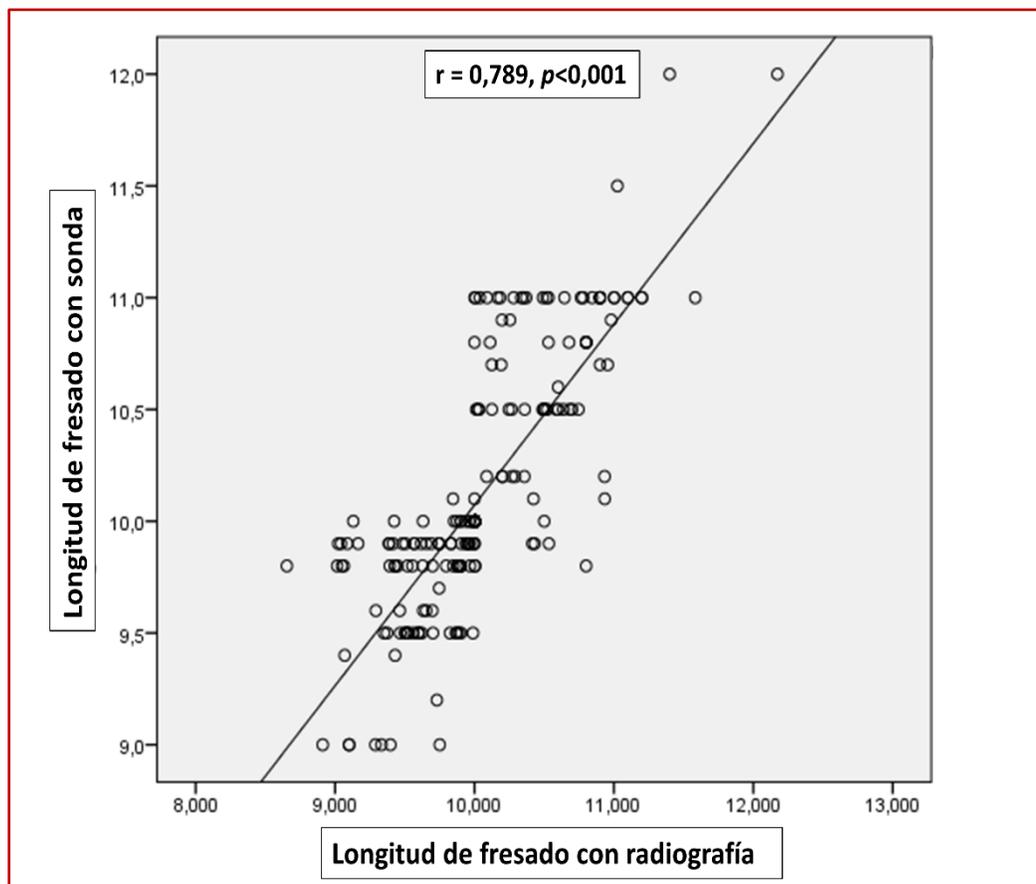
Las asociaciones entre las diferentes variables cualitativas fueron estudiadas usando el test Chi cuadrado de Pearson y las asociaciones entre las variables cuantitativas fueron estudiadas mediante el test ANOVA y el test de Tukey. El coeficiente de correlación de Pearson fue usado para evaluar la correlación entre las mediciones clínicas y radiológicas. El nivel de significatividad estadística fue aceptado para  $p \leq 0,05$ .

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **IV. RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS.

El análisis de la correlación entre la longitud de fresado del lecho del implante cuantificado con sonda periodontal o con radiografía (Coeficiente de correlación de Pearson) nos indica que existe una correlación positiva entre ambas variables, es decir, que se correlacionan directamente. Esto es debido a que se obtiene un valor de  $r$  próximo a 1 ( $r=0,789$ ,  $p<0,001$ ).



**Figura 18:** Correlación entre la longitud de fresado implantológico cuantificada con sonda o con radiografía (Coeficiente de correlación de Pearson).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

En la medición clínica con sonda periodontal se puede observar que en el fresado sin tope la mayor cantidad de valores obtenidos son los suprafresados (48%), mientras que los fresados correctos se dan en mayor cantidad (29%) que los infrafresados (23%).

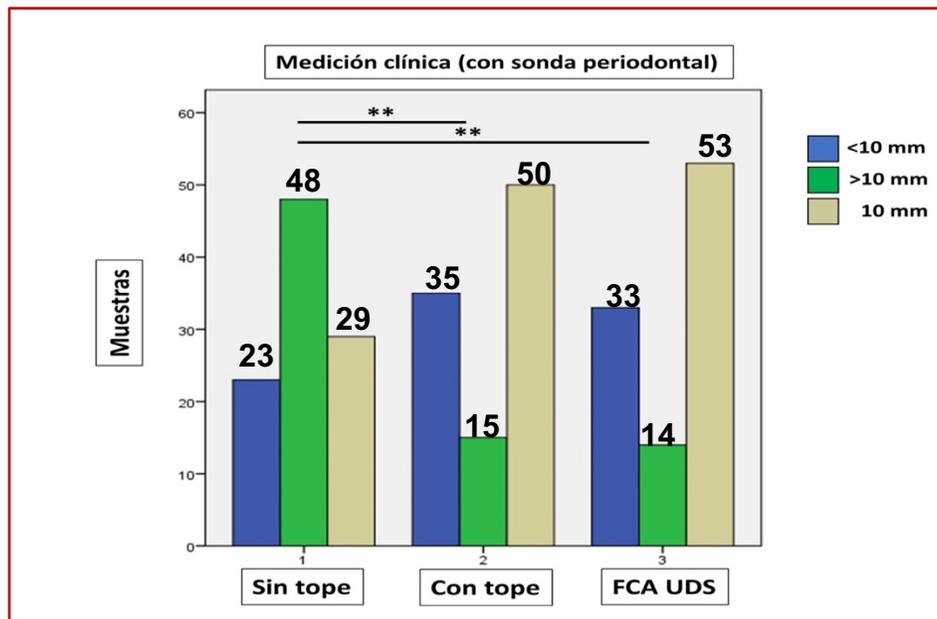
En cambio, en las osteotomías con fresas prefabricadas con topes y con los topes FDA Universal Drill Stop se dan en mayor cantidad los fresados correctos de 10 mm (50% y 53% respectivamente), seguidos de los infrafresados (35% y 33% respectivamente) y por último, los suprafresados (15% y 14% respectivamente).

Con estos resultados podemos decir que los fresados con topes FCA Universal Drill Stop son sensiblemente más precisos (53% de precisión) que los fresados realizados con las fresas prefabricadas con topes (50%) y ambos significativamente más precisos que los fresados sin tope (29%), aunque no observamos diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas de topes.

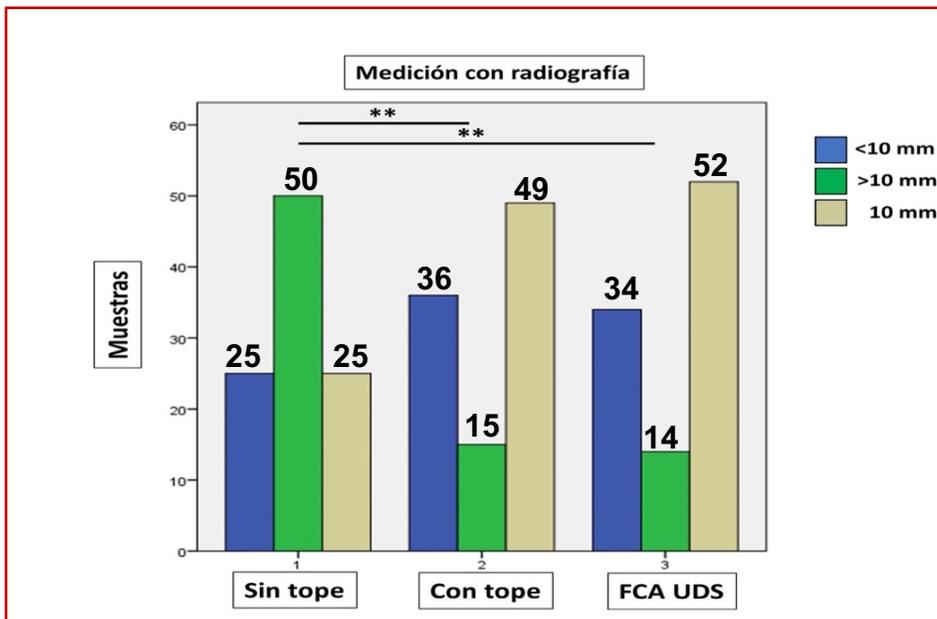
En la medición de la profundidad de fresado con radiografía en las osteotomías sin tope también se puede observar que predominan las medidas de suprafresado (50%) mientras que los valores de infrafresado y los fresado correcto tienen los mismos valores (25%).

En cuanto a los fresados con topes prefabricados y los fresado con topes FCA Universal Drill Stop tienen unos valores muy similares a los descritos en la medición clínica con sonda periodontal. Los fresados con topes prefabricados tienen unos valores de 36% en infrafresado, 15% suprafresado y 49% un fresado correcto. Los fresados con los topes FCA Universal Drill Stop presentaron unos valores de infrafresado de 33´4%, de suprafresado del 14% y de un fresado correcto del 52%.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.



**Figura 19:** Frecuencia de suprafresados, infrafresados, o fresados correctos cuantificados clínicamente con sonda periodontal ( $\chi^2$  de Pearson). Diferencias significativas (\* $p \leq 0,050$ ; \*\* $p < 0,001$ ).



**Figura 20:** Frecuencia de suprafresados, infrafresados, o fresados correctos cuantificados con radiografía ( $\chi^2$  de Pearson). Diferencias significativas (\* $p \leq 0,050$ ; \*\* $p < 0,001$ ).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Con estos datos podemos observar, al igual que en la medición con sonda periodontal, que los fresados con topes FCA Universal Drill Stop son sensiblemente más precisos (52% de precisión) que los fresados realizados con las fresas prefabricadas con topes (49%) y ambos significativamente más precisos que los fresados sin tope (25%), aunque no observamos diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas de topes.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y test de Tukey, donde se comparan los datos de los diferentes grupos, muestran también que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes procesos de fresado que utilizan fresas prefabricadas y los topes FCA universal drill stop con los fresados sin tope.

Los valores obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey fueron los siguientes:

**Tabla 1:** Comparación clínica (con sonda periodontal) y radiográfica de la longitud de fresado implantológico entre los grupos de estudio (ANOVA de un factor y test de Tukey).

Grupos de estudio	n	Longitud clínica (media ± DT)	Longitud radiográfica (media ± DT)
Fresas sin tope	100	10,27 ± 5,91 <sup>#,§</sup>	10,24 ± 0,54 <sup>#,§</sup>
Fresas con tope	100	10,05 ± 0,38 <sup>*</sup>	9,92 ± 0,39 <sup>*</sup>
Fresas con FCA UDS	100	9,95 ± 0,34 <sup>*</sup>	9,89 ± 0,32 <sup>*</sup>

<sup>\*</sup>Diferencias significativas comparadas con el grupo donde usamos fresas sin tope;  
<sup>#</sup>Diferencias significativas comparadas con el grupo donde usamos fresas con tope;  
<sup>§</sup>Diferencias significativas comparadas con el grupo donde usamos fresas con FCA UDS

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Por último, los *p*-valores obtenidos en la comparación clínica y comparación radiográfica de la longitud de fresado implantológico fueron:

**Tabla 2:** Comparación clínica (con sonda periodontal) de la longitud de fresado implantológico entre los grupos de estudio (*p*-valores).

	Fresas sin tope	Fresas con tope	Fresas con FCA UDS
Fresas sin tope	-----	0,002	<0,001
Fresas con tope	0,002	-----	0,324
Fresas con FCA UDS	<0,001	0,324	-----

**Tabla 3:** Comparación radiográfica de la longitud de fresado implantológico entre los grupos de estudio (*p*-valores).

	Fresas sin tope	Fresas con tope	Fresas con FCA UDS
Fresas sin tope	-----	<0,001	<0,001
Fresas con tope	<0,001	-----	0,882
Fresas con FCA UDS	<0,001	0,882	-----

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **V. DISCUSIÓN**

## 5. DISCUSIÓN.

En la actualidad, la realización de tratamientos con implantes dentales para reponer los dientes es una técnica predecible y cada vez más extendida entre la población debido a la mayor esperanza de vida de las personas. Esta rama de la odontología pretende llevar a cabo procedimientos quirúrgicos con el mejor pronóstico y precisión y que el procedimiento sea lo menos traumático para el paciente (Misch, 2008).

Para ello, es indiscutible realizar un correcto diagnóstico y una planificación adecuada. En el diagnóstico es imprescindible que se realicen pruebas radiológicas mediante tomografía computerizada (CBCT) dónde podremos observar con mayor precisión las estructuras y límites anatómicos, evitando invadir y por tanto lesionar ciertas estructuras anatómicas (Bartling y cols., 1999; Greenstein y Tarnow, 2006; Greenstein y Cols., 2008a).

Aún con todos los medios de diagnóstico radiológicos existentes hoy en día, se puede producir iatrogenia en las estructuras anatómicas antes descritas de los maxilares superiores e inferiores como son el nervio dentario inferior, los senos maxilares, fosa nasal o fosa submandibular y sublingual.

La incidencia de lesión del nervio dentario inferior o de daños sensoriales cuando el paciente se somete a una cirugía de implantes se encuentra alrededor del 40% (Yilmaz y cols., 2016). Otros autores también coinciden en estos datos afirmando que la incidencia de lesión nerviosa en la colocación de implantes se produce en un rango de 0% a 40% de los casos (Shavit y Juodzbaly, 2014). Por otro lado, otros autores afirman que existe una incidencia de 0% a 15% de daño nervioso (Bagheri y Meyer., 2014).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

En cuanto al maxilar superior, no es un hecho extraño que se produzca una migración de un implante dental al seno maxilar (Jeong y cols., 2016).

Los implantes dentales deben colocarse de forma correcta, segura y de forma eficiente. La utilización de topes para fresas implantológicas favorece lo mencionado anteriormente y permite ser lo más preciso posible a la hora de colocar un implante dental y llevar a cabo lo planificado en el CBC con lo que se evitaría dañar al nervio (Worthington, 2004; Alhassani y AlGhamdi, 2010).

Existen diferentes sistemas de topes para fresas de implantes. Algunos fabricantes de implantes ofrecen topes de fresa que tienen un tamaño específico y sólo se pueden utilizar con el sistema de fresado de su compañía (Straumann®, Zimmer Dental®, Biomet 3i®, Nobel Biocare®) (Greenstein y cols., 2014).

También se pueden encontrar topes de perforación universales (Zosseo®). Este sistema de tope solo lo fabrica esta compañía (Greenstein y cols., 2014). En este estudio tuvimos como dificultad que fue imposible conseguir este sistema de topes y no pudimos comparar sus resultados con los del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop.

Por otro lado, existen topes de fresa reutilizables como los de Zimmer Dental y Nobel Biocare® y de un solo uso como los de Straumann® y Biomet 3i®. Los juegos de topes de fresa que son desechables se pueden usar con fresas reutilizables (Biomet 3i®) o desechables (Straumann®) (Greenstein y cols., 2014).

Aún con todas las ventajas que aportan el uso de topes de fresado de implantes se estima que sólo el 11% de profesionales los utiliza. Esto puede ser debido a motivos económicos, entre otros aspectos (Yilmaz y cols., 2017; Ucer y cols., 2017).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

Las fresas prefabricadas con topes (Gold Standard) tienen un coste aproximado de 800 euros por kit (Galimplant®, S.L.A, Lugo, España). Mientras que topes específicos de las diferentes casas comerciales poseen un precio alrededor de los 70 euros el kit (Ancladen) y los topes universales de la marca Zosseo un valor de 200 euros aproximadamente. Por otro lado, el nuevo sistema de topes FCA Universal Drill Stop está valorado en 150 euros la platina y un euro blíster de 10 topes de teflón, siendo bastante económico el reemplazo de los topes desechables.

Cómo último método de tope en el fresado implantológico, se ha descrito un sistema de fresado con un sensor excéntrico el cual realiza una parada automática al detectar un contacto con tejido blando. El sensor al estar situado de forma excéntrica a la fresa implantológica es más sensible y preciso que los que se sitúan en la porción central de estas fresas. Sin embargo, aunque presenta buenos resultados, es posible que con fresados muy angulados (más de 70 grados) o en zonas óseas muy irregulares sus resultados no sean tan óptimos debiendo realizarse más estudios al respecto (Schwarz y cols., 2015).

La hipótesis nula de este trabajo, que establece que los topes desechables de fresas quirúrgicas del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop, ofrecen la misma precisión en la profundidad del fresado implantológico que las actuales fresas prefabricadas con topes, queda aceptada. Los resultados obtenidos indican que se producen menos fallos tanto con las fresas quirúrgicas prefabricadas con sus propios topes, como con los topes desechables del nuevo sistema FCA. Por el contrario, sí encontramos una diferencia significativa entre el fresado con y sin topes, lo que nos permite afirmar que, tanto las fresas prefabricadas con topes utilizadas en la actualidad como este nuevo sistema de topes de fresa FCA desechables son métodos eficaces para lograr la seguridad y eficiencia en nuestros procedimientos quirúrgicos.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

En concreto, el tope de implantología el cual es objeto de este estudio esta realizado en politetrafluoretileno, como ya se mencionó anteriormente, y utiliza una platina de acero inoxidable para la calibración de los topes en las diferentes medidas requeridas.

El politetrafluoretileno (PTFE) es un material polimérico e hidrófobo que tiene usos tanto en el campo de la odontología, medicina o en ámbitos más comunes como utensilios de cocina y materiales de construcción (Kameda y cols., 2019; Sattar y cols., 2017).

El PTFE al ser una molécula hidrófoba con excelentes propiedades dieléctricas y tener uno de los coeficientes de fricción más bajos de todos los sólidos presenta una mayor resistencia a la fricción y un menor desgaste (Kameda y cols., 2019; Sattar y cols., 2017).

Además, posee un elevado alargamiento sin romperse por lo que es capaz de estirarse hasta el 400% de su longitud original sin rasgarse. Como tal, el material se puede estirar y adaptar estrechamente a diferentes superficies y permite ser manipulado sin riesgo de ser dañado (Kameda y cols., 2019; Sattar y cols., 2017).

Otra de las cualidades que presenta es que es bastante resistente, tiene excelentes propiedades aislantes debido a su alta estabilidad térmica y su baja conductividad térmica (Kameda y cols., 2019; Sattar y cols., 2017; Buerkle y Asai, 2017), tiene una alta viscosidad de fusión (aproximadamente 6 veces más de la mayoría de fluoropolímeros) lo que permite que se pueda esterilizar pudiendo tener varios usos (Kameda y cols., 2019; Sattar y cols., 2017).

Al realizar el fresado del lecho del implante se transmite calor al hueso. Si la temperatura en el hueso aumenta en exceso producirá una necrosis ósea. Esto

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

podría dar como resultado la interposición de tejido fibroso en la conexión implante-hueso, lo que influye en el proceso de osteointegración, favorece la pérdida ósea y disminuye la tasa de supervivencia del implante (Salomó-Coll y cols., 2021; Möhlhenrich y cols., 2015; Mishra y Chowdhary, 2014). El PTFE al ser un buen aislante térmico podría reducir la temperatura transmitida al hueso en la osteotomía de implantes reduciendo el riesgo de fracaso del implante.

Tanto la temperatura producida durante el fresado como el proceso de esterilización produce una rugosidad y un desgaste en las fresas de acero inoxidable (Scarano y cols., 2020; Alevizakos y cols., 2021). Lo que podría producir una menor precisión de los topes prefabricados de algunas casas comerciales.

En cuanto a la estructura de acero inoxidable para la calibración de los topes de fresado, se decidió realizarla en acero inoxidable debido a su resistencia a la corrosión, su gran dureza y resistencia (Wang y cols., 2022; Disegi y Eschbach, 2000). Además, cabe destacar su alta biocompatibilidad (Disegi y Eschbach, 2000), y que es fácil de desinfectar (Boulané-Petermann, 1996).

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **VI. CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIÓN.

1. Existe una elevada correlación entre la profundidad de fresado implantológico cuantificada clínicamente mediante sonda periodontal y la cuantificada radiográficamente, por lo que ambas variables son útiles para validar la precisión en la profundidad de fresado implantológico.
2. La frecuencia de suprafresados, infrafresados o fresados correctos en la medición clínica, usando fresas prefabricadas con topes (Gold Standard) y fresas con topes desechables del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop son similares, no existiendo diferencias estadísticamente significativas.
3. Al analizar radiográficamente la frecuencia de suprafresados, infrafresados o fresados correctos con fresas prefabricadas con topes (Gold Estándar) y fresas con topes del nuevo sistema FCA Universal Drill Stop no observamos diferencias estadísticamente significativas.
4. Cuando se compara la precisión clínica cuantificada con sonda periodontal de la profundidad de fresado implantológico utilizando fresas sin topes, fresas prefabricadas con topes (Gold standard) y fresas con topes desechables del sistema FCA Universal Drill Stop, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los fresados sin tope y los otros dos sistemas de topes.
5. Al confrontar radiográficamente la precisión de los fresados sin tope y el resto de osteotomías realizadas con las fresas prefabricadas con tope (Gold Standard) y los topes del sistema FCA Universal Drill Stop, observamos diferencias estadísticamente significativas, siendo las medidas de los últimos dos grupos muy similares.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand*. 1981; 52:155–170.
- Alevizakos V, Mitov G, Ahrens AM, von See C. The Influence of Implant Site Preparation and Sterilization on the Performance and Wear of Implant Drills. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021; 36:546-552.
- Al-Johany SS, Al Amri MD, Alsaeed S, Alalola B. Dental implant length and diameter: A proposed classification scheme. *J Prosthodont*. 2017; 26:252-260.
- Allen PF, McMillan AS. A longitudinal study of quality of life outcomes in older adults requesting implant prostheses and complete removable dentures. *Clin Oral Implants Res*. 2003; 14:173–179.
- Alhassani AA, AlGhamdi AS. Inferior alveolar nerve injury in implant dentistry: diagnosis, causes, prevention, and management. *J Oral Implantol*. 2010; 36:401-407.
- Anderson LC, Kosinski TF, Mentag PJ. A review of the intraosseous course of the nerves of the mandible. *J Oral Implantol*. 1991; 17:394-403.
- Assaf M, Gharbyeh AZA. Screw-retained crown restorations of single implants: A step-by-step clinical guide. *Eur J Dent*. 2014; 8:563-570.
- Bagheri SC, Meyer RA. When to refer a patient with a nerve injury to a specialist. *J Am Dent Assoc*. 2014; 145:859-861.
- Bartling R, Freeman K, Kraut RA. The incidence of altered sensation of the mental nerve after mandibular implant placement. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999; 57:1408–1410.
- Basker RM, Davenport JC, Thomason JM. An appraisal of the complete denture situation. En: Basker RM, Davenport JC, Thomason JM. *Prosthetic treatment of the edentulous patient*. 5th. ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2011. p. 1-19.
- Bernardes SR, de Araújo CA, Neto AJ, Simamoto Junior P, das Neves FD. Photoelastic analysis of stress patterns from different implant-abutment interfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009; 24:781-789.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Boulané-Petermann L. Processes of bioadhesion on stainless steel surfaces and cleanability: A review with special reference to the food industry. *Biofouling*. 1996; 10:275-300.
- Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent*. 1983; 50:399-410.
- Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1969; 3:81-100.
- Brescia G, Fusetti S, Apolloni F, Marioni G, Saia G. Displaced dental materials in the maxillary sinus: An original series. Analysis and definition of a surgical decision-making process. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2019; 128:177-183.
- Brunski JB. In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental implant interface. *Adv Dent Res*. 1999; 13:99–119.
- Buerkle M, Asai Y. Thermal conductance of Teflon and Polyethylene: Insight from an atomistic, single-molecule level. *Sci Rep*. 2017; 7:41898.
- Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res*. 2004; 83:529–533.
- Da Silva EF, Pellizzer EP, Quinelli Mazaro JV, García Júnior IR. Influence of the connector and implant design on the implant-tooth- connected prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010; 12:254-262.
- Dario LJ. Implant placement above a bifurcated mandibular canal: A case report. *Implant Dent*. 2002; 11: 258-261.
- Davidson SR, James DF. Measurement of thermal conductivity of bovine cortical bone. *Med Eng Phys*. 2000; 22:741-747.
- Denio D, Torabinejad M, Bakland LK. Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles. *J Endod*. 1992; 18:161-165.
- Disegi JA, Eschbach L. Stainless steel in bone surgery. *Injury*. 2000; 4:2-6.
- Ercoli C, Funkenbusch PD, Lee HJ, Moss ME, Graser GN. The influence of drill wear on cutting efficiency and heat production during osteotomy preparation for dental implants: a study of drill durability. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19:335-349.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Eriksson RA, Adell T. Temperatures during drilling for the placement of implants using the osseointegration technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 1986; 44:4-7.
- Froum SJ, Elghannam M, Lee D, Cho SC. Removal of a dental implant displaced into the maxillary sinus after final restoration. *Compend Contin Educ Dent.* 2019; 40:530-535.
- Greenstein G, Greenstein B, Desai RN. Using drill stops on twist drills to promote safety and efficiency when creating osteotomies for dental implants. *J Am Dent Assoc.* 2014; 145:371-375.
- Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: Clinical and anatomical factors related to dental implant placement: A literature review. *J Periodontol.* 2006; 77:1933-1943.
- Greenstein G, Cavallaro J, Romanos G, Tarnow D. Clinical recommendations for avoiding and managing surgical complications associated with implant dentistry: a review. *J Periodontol.* 2008a; 79:1317-1329.
- Greenstein G, Cavallaro J, Tarnow D. Practical application of anatomy for the dental implant surgeon. *J Periodontol.* 2008b; 79:1833-1846.
- Harder S, Wolfart S, Mehl C, Kern M. Performance of ultrasonic devices for bone surgery and associated intraosseous temperature development. *Int J Oral Maxillofac implants.* 2009; 24:484-90.
- Hegedus F, Diecidue RJ. Trigeminal nerve injuries after mandibular implant placement – practical knowledge for clinicians. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006; 21:111–116.
- Ikeda K, Ho KC, Nowicki BH, Haughton VM. Multiplanar MR and anatomic study of the mandibular canal. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1996; 17:579-584.
- Jeong KI, Kim SG, Oh JS, You JS. Implants Displaced Into the Maxillary Sinus: A Systematic Review. *Implant Dent.* 2016; 25:547-551.
- Jin T, Wang Y, Li S, Cai Q, Huang Z. Removal of the dental implant displaced into the maxillary sinus through the inferior nasal meatus via transnasal endoscopy. *J Craniofac Surg.* 2019; 30:1178-1179.
- Kameda T, Ohkuma K, Oka S. Polytetrafluoroethylene (PTFE): A resin material for possible use in dental prostheses and devices. *Dent Mater J.* 2019; 38:136-142.
- Kapur KK, Soman SD. Masticatory performance and efficiency in denture wearers. 1964. *J Prosthet Dent.* 2006; 95:407-411.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent.* 2014; 17:301-304.
- Krouse JH. The unified airway. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2012; 20: 55–60.
- Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006; 26:9-17.
- Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater.* 2007; 23:844-854.
- Lekholm U, Zarb GA. Patient selection preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry.* Chicago (IL): Quintessence; 1985.p.199-209.
- Macedo JP, Pereira J, Vahey BR, Henriques B, Benfatti CAM, Magini RS et al. Morse taper dental implants and platform switching: The new paradigm in oral implantology. *Eur J Dent.* 2016; 10:148-154.
- Maeda Y, Satoh T, Sogo M. In vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant-abutment connections: a short communication. *J Oral Rehabil.* 2006; 33:75-78.
- Manor Y, Anavi Y, Gershonovitch R, Lorean A, Mijiritsky E. Complications and management of implants migrated into the maxillary sinus. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018; 38:e112-e118.
- Mekayarajjananonth T, Winkler S. Contact angle measurement on dental implant biomaterials. *J Oral Implantol.* 1999; 25:230-236.
- Miller CS, Nummikoski PV, Barnett DA, Langlais RP. Cross-sectional tomography. A diagnostic technique for determining the buccolingual relationship of impacted mandibular third molars and the inferior alveolar neurovascular bundle. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990; 70:791-797.
- Misch CE. Fundamentos de los implantes dentales. En: Misch EC. *Contemporary implant dentistry.* 3a. ed. St. Louis: Elsevier; 2008. p. 3-25.
- Misch CE. Bone character: second vital implant criterion. *Dent Today.* 1988; 7:39-40.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Misch CE. The maxillary sinus lift and sinus graft surgery. En: Misch CE, ed. *Implant Dentistry*, 2nd ed. St Louis: CV Mosby; 1999:469-470.
- Misch CE, Resnik R. Mandibular nerve neurosensory impairment after dental implant surgery: management and protocol. *Implant Dent*. 2010; 19:378-386.
- 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; 14:131-43.
- 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; 53:679-89.
- Nazarian Y, Eliav E, Nahlieli O. Nerve injury following implant placement: prevention, diagnosis and treatment modalities. *Refuat Hapeh Vehashinayim*. 2003; 20:44–101.
- Norton MR. An in vitro evaluation of the strength of an internal conical interface compared to a butt joint interface in implant design. *Clin Oral Implants Res*. 1997; 8:290-298.
- Norton NS. *Netter's Head and Neck Anatomy for Dentistry*. Philadelphia: Saunders, 2007:86-96.
- Oliveira N, Alaejos-Algarra F, Mereque-Bueno, Ferrés-Padró E, Hernández-Alfaro F. Thermal changes and drill wear in bovine bone during implant site preparation. A comparative in vitro study: twisted stainless steel and ceramic drills. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23:963-969.
- Park JH, Kim HY, Kim SJ. From the maxillary sinus to the stomach: a rare case report of a displaced fragment of dental implant. *Eur J Oral Implantol*. 2018; 11:469-473.
- Pogrel MA, Smith R, Ahani R. Innervation of the mandibular incisors by the mental nerve. *J Oral Maxillofac Surg*. 1997; 55:961-963.
- Polland KE, Munro S, Reford G, Lockhart A, Logan G, Brocklebank L, et al. The mandibular canal of the edentulous jaw. *Clin Anat*. 2001; 14:445- 452.
- Ragauskaitė A, Žekonis G, Žilinskas J, Gleiznys A, Ivanauskienė E, Gleiznys D. The comparison of cement- and screw-retained crowns from technical and biological points of view. *Stomatologija*. 2017; 19:44-50.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Rashad A, Kaiser A, Prochnow N, Schmitz I, Hoffman E, Maurer P. Heat production during different ultrasonic and conventional osteotomy preparations for dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2011; 22:1361-1365.
- Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17 Suppl 2:35-51.
- Renton T. Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dent Update.* 2010; 37:350-352.
- Rodrigo D, Sanz-Sánchez I, Figuera E, Llodrá JC, Bravo M, Caffesse RG, et al. Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in Spain. *Journal of Clinical Periodontology.* 2018; 45: 1510-1520.
- 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.* 2021; 25:1047-1053.
- Salvi GE, Lang NP. Changing paradigms in implant dentistry. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2001; 12:262-272.
- Sattar MM, Patel M, Alani A. Clinical applications of polytetrafluoroethylene (PTFE) tape in restorative dentistry. *Br Dent J.* 2017; 222:151-158.
- Scarano A, Petrini M, Mastrangelo F, Numbissi S, Lorusso F. The Effects of Liquid Disinfection and Heat Sterilization Processes on Implant Drill Roughness: Energy Dispersion X-ray Microanalysis and Infrared Thermography. *J Clin Med.* 2020; 9:1019.
- Schwarz L, Pommer B, Bijak M, Watzek G, Unger E. Auto-stop Drilling Device for Implant Site Preparation: In Vitro Test of Eccentric Sensor Position. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015; 30:1041-1046.
- Sedlin ED, Hirsch C. Factors affecting the determination of the physical properties of femoral cortical bone. *Acta Orthop Scand.* 1966; 37:29-48.
- Shavit I, Juodzbalys G. Inferior alveolar nerve injuries following implant placement importance of early diagnosis and treatment: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res.* 2014; 5:e2.
- Silva EF, Pellizzer EP, Villa LMR, et al. Influência do tipo de hexágono e do diâmetro do implante osseointegrado na distribuição do estresse. *Implant News.* 2007; 4:549-554.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Singh R, Singh SV, Arora V. Platform switching: a narrative review. *Implant Dent.* 2013; 22:453-459.
- Steele JG, Sanders AE, Slade GD, Allen PF, Lahti S, Nutall N, et al. How do age and tooth loss affect oral health impacts and quality of life? A study comparing two national samples. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004; 32:107-114.
- Steinemann SG. Titanium-the material of choice?. *Periodontol 2000.* 1998; 17:7–21.
- Tricio J, van Steenbergue D, Rosenberg D, Duchateau L. Implant stability related to insertion torque force and bone density: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 1995; 74:608-617.
- Tsuge T, Hagiwara Y. Influence of lateral-oblique cyclic loading on abutment screw loosening of internal and external hexagon implants. *Dent Mater J.* 2009; 28:373-381.
- Ucer C, Yilmaz Z, Scher E, Suzuki J, Renton T. A Survey of the Opinion and Experience of UK Dentists Part 3: An Evidence-Based Protocol of Surgical Risk Management Strategies in the Mandible. *Implant Dent.* 2017; 26:532-540.
- Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995; 10:462-465.
- Vervoorn JM, Duinkerke AS, Luteijn F, Van de Poel AC. Relative importance of psychologic factors in denture satisfaction. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1991; 19:45–47.
- Van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res.* 2000; 11:256-265.
- Wadu SG, Penhall B, Townsend GC. Morphological variability of the human inferior alveolar nerve. *Clin Anat.* 1997; 10:82-87.
- Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007; 27:413-419.
- Wang W, Zhao S, Tang X, Chen C, Yi H. Stainless steel catalyst for air pollution control: structure, properties, and activity. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022; 29:55367-55399.
- Watzek, G. Oral implants – quo vadis?. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006; 21:831–832.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

- Worthington P. Injury to the inferior alveolar nerve during implant placement: a formula for protection of the patient and clinician. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19:731-734.
- Yacker MJ, Klein M. The effect of irrigation on osteotomy depth and bur diameter. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11:634-638.
- Yao YT, Yang Y, Ye Q, Cao SS, Zhang XP, Zhao K, et al. Effects of pore size and porosity on cytocompatibility and osteogenic differentiation of porous titanium. *J Mater Sci Mater Med.* 2021; 32:72.
- Yilmaz Z, Ucer C, Scher E, Suzuki J, Renton T. A Survey of the Opinion and Experience of UK Dentists: Part 1: The Incidence and Cause of Iatrogenic Trigeminal Nerve Injuries Related to Dental Implant Surgery. *Implant Dent.* 2016;25:638-45.
- Yilmaz Z, Ucer C, Scher E, Suzuki J, Renton T. A Survey of the Opinion and Experience of UK Dentists: Part 2: Risk Assessment Strategies and the Management of Iatrogenic Trigeminal Nerve Injuries Related to Dental Implant Surgery. *Implant Dent.* 2017;26:256-262.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

# **ANEXOS**

## ANEXOS.

**Justificante de presentación electrónica de solicitud de modelo de utilidad**

Este documento es un justificante de que se ha recibido una solicitud española de modelo de utilidad por vía electrónica utilizando la conexión segura de la O.E.P.M. De acuerdo con lo dispuesto en el art.14.3 del Reglamento para la ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, se han asignado a su solicitud un número de expediente y una fecha de recepción de forma automática. La fecha de presentación de la solicitud a la que se refiere el art. 22 de la Ley le será comunicada posteriormente.

Número de solicitud:	U202132218	
Fecha de recepción:	10 noviembre 2021, 11:33 (CET)	
Oficina receptora:	OEPM Madrid	
Su referencia:	229/21	
Solicitante:	Universidad de Murcia	
Número de solicitantes:	1	
País:	ES	
Título:	Dispositivo universal de medición de topes desechables para fresas implantológicas	
Documentos enviados:	Descripción-1.pdf (8 p.) Reivindicaciones-1.pdf (2 p.) Dibujos-1.pdf (4 p.) OLF-ARCHIVE.zip FEERCPT-1.pdf (1 p.)	package-data.xml es-request.xml application-body.xml es-fee-sheet.xml feesheet.pdf request.pdf
Enviados por:	C=ES,O=HERRERO & ASOCIADOS SL,2.5.4.97=#0C0F56415445532D423238383635323336,CN=02892782 A GUSTAVO ADOLFO GONZALEZ (R: B28865236),SN=GONZALEZ PECES,givenName=GUSTAVO ADOLFO,serialNumber=IDCES-02892782A,description=Ref:AEAT/AEA T0307/PUESTO 1/37016/22102021115111	
Fecha y hora de recepción:	10 noviembre 2021, 11:33 (CET)	
Codificación del envío:	B1:43:7E:88:8A:21:F6:BA:DA:31:D9:76:0B:68:6E:DA:99:97:48:87	

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

---

**AVISO IMPORTANTE**

Las tasas pagaderas al solicitar y durante la tramitación de una patente o un modelo de utilidad son las que se recogen en el Apartado "Tasas y precios públicos" de la página web de la OEPM ([http://www.oepm.es/es/propiedad\\_industrial/tasas/](http://www.oepm.es/es/propiedad_industrial/tasas/)). Consecuentemente, si recibe una comunicación informándole de la necesidad de hacer un pago por la inscripción de su patente o su modelo de utilidad en un "registro central" o en un "registro de internet" posiblemente se trate de un fraude.

La anotación en este tipo de autodenominados "registros" no despliega ningún tipo de eficacia jurídica ni tiene carácter oficial.

En estos casos le aconsejamos que se ponga en contacto con la Oficina Española de Patentes y Marcas en el correo electrónico [informacion@oepm.es](mailto:informacion@oepm.es).

---

**ADVERTENCIA: POR DISPOSICIÓN LEGAL LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTA SOLICITUD PODRÁN SER PUBLICADOS EN EL BOLETÍN OFICIAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL E INSCRITOS EN EL REGISTRO DE PATENTES DE LA OEPM, SIENDO AMBAS BASES DE DATOS DE CARÁCTER PÚBLICO Y ACCESIBLES VÍA REDES MUNDIALES DE INFORMÁTICA.**

Para cualquier aclaración puede contactar con la O.E.P.M.

/Madrid, Oficina Receptora/

**ANEXO 1.**

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.

**INFORME DEL COMITÉ DE BIOSEGURIDAD EN EXPERIMENTACIÓN  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE MURCIA**

Lucía Periago García, Jefa de Sección de Recursos Humanos de Investigación y del Plan Propio y Secretaria del Comité de Bioseguridad en Experimentación de la Universidad de Murcia.

**CERTIFICA:**

Que D. Fabio Camacho Alonso presentó la memoria de trabajo el Proyecto de Investigación titulado "*Validación del nuevo sistema de topes para fresas implantológicas "FCA Universal Drill Stop"*".

Que el Comité de Bioseguridad en Experimentación analizó toda la documentación presentada, y de conformidad con lo acordado el día veintidós de junio de dos mil veintiuno, por unanimidad, se emite INFORME FAVORABLE, desde el punto de vista ético de la bioseguridad en la investigación.

Y para que conste y tenga los efectos que correspondan, firmo esta certificación, con el visto bueno de la Presidenta de la Comisión.

Vº Bº  
LA PRESIDENTA DEL COMITÉ  
DE BIOSEGURIDAD EN EXPERIMENTACIÓN  
DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

Fdo.: María Senena Corbalán García

ID: 401/2021

Firmante: LUCIA PERIAGO GARCIA - Fecha-hora: 02/11/2021 13:33:07 - Email del certificador: C.BE@UMURCIA.ES/COMITE@UMURCIA.ES  
Firmante: MARIA SENENA CORBALAN GARCIA - Fecha-hora: 02/11/2021 14:54:18 - Email del certificado: COMITE@UMURCIA.ES/COMITE@UMURCIA.ES



Código seguro de verificación: RuxFMkHU-SQwUyWV-p+06Me+d-BuLgxzle

COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1

Nota: es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 27.3 c) de la Ley 39/2015, de 1 de octubre. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: <https://sede.um.es/validador/>

## ANEXO 2.

Análisis mediante un estudio in vitro de la precisión quirúrgica en las osteotomías realizadas usando el nuevo sistema universal de topes desechables para fresas implantológicas FCA Universal Drill Stop.