



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE DERMATOLOGÍA, ESTOMATOLOGÍA, RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA

Pérdida ósea y remodelación de tejidos blandos en implantes. Propuesta de investigación para disminuirla en el proceso de osteointegración del implante.

D^a. Patricia-Jara López López

2014

**UNIVERSIDAD DE
MURCIA**



Pérdida ósea y remodelación de tejidos blandos en implantes. Propuesta de investigación para disminuirla en el proceso de osteointegración del implante.

Patricia-Jara López López

2014

"El arte supremo del maestro consiste en despertar el goce de la expresión creativa y del conocimiento."

Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sincero agradecimiento, en primer lugar a las personas que me ha guiado y ayudado en la realización de este trabajo, mi director de este trabajo:

Al Prof. Jose Luis Calvo-Guirado, por darme la oportunidad de realizar esta investigación. Por la motivación que me ha dado en todo el trabajo, por guiarme y trasmitirme las ganas de aprender y mejorar cada día más. Sin su ayuda y apoyo no habría sido posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Javier Mareque por motivarme y guiarme, y encaminarme en la realización de este trabajo.

En segundo lugar, me gustaría agradecer el apoyo a todos mis compañeros del grupo de investigación, en especial a Maria Ramos por su apoyo y colaboración. A Jorge Degado-Ruíz por su ilusión y el buen ambiente creado, a Maria Piedad Ramirez, a Pepe Mate Sanchez del Val, a Carlos Pérez y a todos mis compañeros por el buen ambiente creado, las ganas y la ilusión, sin todos ellos este trabajo no hubiera sido posible. A Núria (la Veterinaria), por su colaboración en la realización del trabajo experimental en el Animalario de la Universidad de Murcia.

También me gustaría expresar mis agradecimientos a nivel personal, a mis padres Antonio y Encarna, por estar a mi lado y apoyarme incondicionalmente.

A mis amigos Juan, Elena, Nayra y Mercè, por su apoyo.

Por último, me gustaría agradecer a la compañía Bredent la aportación de los materiales necesarios para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

Índices de abreviaturas, figuras y tablas.....	1
1. Introducción.....	9
1.1 Antecedentes y Justificación	11
1.2 Reabsorción ósea periimplantaria.....	13
1.2.1 El Ancho Biológico.....	15
1.2.2 Factores etiológicos influyentes en la pérdida ósea periimplantaria y en la modificación de los tejidos blandos.	18
1.2.2.1 Implantes inmediatos.....	19
1.2.2.2 Posición del implante en sentido vertical.....	21
1.2.2.3 Diseño del implante y de sus aditamentos.....	23
2.Objetivos.....	27
3.Material y Métodos.....	31
3.1 Materiales.....	33
3.1.1 Animales de experimentación.....	33
3.1.2 Implantes de titanio.....	34
3.1.3 Aditamentos de cicatrización.....	35
3.2 Diseño del estudio.....	36

3.3. Procedimiento quirúrgico.....	38
3.4 Preparación histológica	45
3.5 Análisis histomorfométrico.....	46
3.6 Análisis estadístico.....	49
4.Resultados.....	51
4.1 Valoración Clínica e Histológica.....	53
4.1.1 Resultados a las 8 semanas.....	54
4.1.2 Resultados a las 12 semanas.....	58
4.2 Análisis histomorfométrico	63
4.2.1 En implantes colocados crestalmente (grupo control) y subcrestalmente (grupo test).....	63
4.2.2 En implantes Sky Classic ® (grupo control) y Implantes Blue Sky® (grupo test).....	65
4.2.2 En aditamento Cóncavo-recto (grupo control) y aditamento Anatómico (grupo test).....	68
5.Discusión.....	71
5.1 Posición del implante en sentido vertical.....	74
5.2 Diseño del implante.....	76
5.3 Diseño del aditamento de cicatrización.....	78

5.4 Significación clínica del estudio.....	82
6. Conclusión.....	85
7.Referencias.....	89
8.Anexos.....	109
8.1.Publicaciones científicas.....	111
8.1.1 Publicación 1.....	111
8.1.2 Publicación 2.....	121
8.1.3 Publicación 3.....	129

**INDICES DE ABREVIATURAS,
FIGURAS Y TABLAS**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

IS-B: distancia desde el hombro del implante a la cresta ósea bucal.

IS-Bc: distancia desde el hombro del implante al primer contacto hueso-implante (\bar{f} BIC) en bucal.

IS-L: distancia desde el hombro del implante a la cresta ósea lingual.

IS-Lc: distancia desde el hombro del implante al primer contacto hueso-implante (\bar{f} BIC) en lingual.

BIC: superficie de contacto directo hueso-implante.

BIC Bucal: superficie de contacto directo hueso-implante en bucal.

BIC Lingual: superficie de contacto directo hueso-implante en lingual.

BIC Total: superficie de contacto directo-hueso-implante total.

B-L: diferencia entre la cresta ósea bucal y la cresta ósea lingual.

\bar{f} BIC: primer punto de contacto directo hueso-implante.

IAJ: implant-abutment junction (gap).

PM-C: distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante.

PM-Je: distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio.

Je-C: distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante.

IS-B: distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso crestral.

IS-C: distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante.

P₂: segundo premolar mandibular.

P₃: tercer premolar mandibular.

P₄: cuarto premolar mandibular.

M₁: primer molar mandibular.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. American Fox Hound en estabulario de la Universidad de Murcia.

Figura 2. Figura de los diferentes diseños de implantes.

Figura 3. Figura de los diferentes aditamentos de cicatrización.

Figura 4. Figura de la esquematización de la colocación de implantes en posición crestral y subcrestal.

Figura 5. Figura de la esquematización de la colocación de implantes según el diseño del implante y el aditamento de cicatrización.

Figura 6. Imagen del monitor con las constantes vitales del espécimen.

Figura 7. Imagen de la perfusión constante del propofol en solución salina de sodio.

Figura 8. Imagen de las piezas tras realizar la incisión crestral y sulcular alrededor de las piezas con despegamiento de un mínimo colgajo a espesor total y tras realizar la odontosección.

Figura 9. Imagen de los alvéolos tras las exodoncias dentales.

Figura 10. Inserción del implante Sky classic® en el alvéolo tras la extracción.

Figura 11. Imagen de los implantes colocados con sus aditamentos colocados inmediatos en una etapa quirúrgica.

Figura 12. Implantes Blue Sky® y Sky Classic® colocados crestales y subcrestales.

Figura 13. Aditamentos colocados en los implantes Blue Sky® y Sky Classic® con un torque de 20 Ncm en un proceso no sumergido (una sola fase quirúrgica).

Figura 14. Radiografía periapical de control postoperatorio de los implantes colocados crestales y subcrestales.

Figura 15. Imagen del esquema de las medidas lineales realizadas para valorar la remodelación ósea periimplantaria.

Figura 16. Imagen del esquema de las medidas lineales realizadas para valorar la remodelación ósea periimplantaria y la remodelación de tejidos blandos periimplantarios.

Figura 17. Imagen que muestra el contacto directo Hueso-Implante.

Figura 18. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición crestal a las 8 semanas.

Figura 19. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición subcrestal a las 8 semanas.

Figura 20. Imagen de la vista histológica de los grupos de estudio de aditamentos en ocho semanas.

Figura 21. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición crestal a las 12 semanas.

Figura 22. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición subcrestal a las 12 semanas.

Figura 23. Sección buco-lingual de un implante Sky Classic® a las 12 semanas.

Figura 24. Sección buco-lingual de un implante Blue Sky® a las 12 semanas.

Figura 25. Imagen de la vista histológica de los grupos de estudio de aditamentos en doce semanas.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los valores de las variables medidas para implantes colocados crestalmente y subcrestales a las 8 y 12 semanas.

Tabla 2. Valores medios de BIC total para los implantes colocados crestalmente y subcrestales a las 8 y 12 semanas.

Tabla 3.Valores medios de BIC bucal para los implantes colocados crestalmente y subcrestales a las 8 y 12 semanas.

Tabla 4.Valores medios de BIC lingual para los implantes colocados crestalmente y subcrestales a las 8 y 12 semanas..

Tabla 5. Medidas histométricas de los tejidos blandos periimplantarios a las 8 semanas en implantes Blue Sky® y Sky Classic®.

Tabla 6. Medidas histométricas de los tejidos blandos periimplantarios a las 12 semanas en implantes Blue Sky® y Sky Classic®.

Tabla 7. Medidas histométricas de los tejidos duros periimplantarios a las 8 semanas en implantes Blue Sky® y Sky Classic®.

Tabla 8. Medidas histométricas de los tejidos duros periimplantarios a las 12 semanas en implantes Blue Sky® y Sky Classic®.

Tabla 9. Medidas histométricas de los tejidos blandos y duros periimplantarios a las 8 y 12 semanas, del grupo CONTROL (aditamentos recto-cóncavos).

Tabla 10. Medidas histométricas de los tejidos blandos y duros periimplantarios a las 8 y 12 semanas, del grupo TEST (aditamentos anatómicos).

1.INTRODUCCIÓN

1.INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y Justificación

La técnica de colocación de implantes de titanio orales en la curación de sitios edéntulos, cuya finalidad es la restauración protésica para restaurar los dientes ausentes han sido el objetivo de muchas investigaciones durante años, y uno de sus principales objetivos ha sido minimizar el tiempo de tratamiento. Un requisito imprescindible para el éxito del tratamiento implantológico es la unión firme, estable y duradera del implante bucal al sustrato óseo que lo engloba para luego poder construir sobre él una prótesis dental.

Desde la década de los 70, los implantes dentales osteointegrados constituyen una alternativa para reemplazar los dientes ausentes (**Branemark y cols. 1977**). Los implantes dentales se insertan en el hueso de los maxilares para soportar una prótesis dental y son retenidos debido a la integración ósea en su superficie, cuando todo el proceso tiene éxito hablamos de osteointegración, que podemos definir como “el contacto directo entre hueso e implante (BIC) sin ningún tejido conectivo que se interponga en medio de ese contacto”, es un prerrequisito indispensable para asegurar el éxito a largo plazo de los implantes dentales (**Orsini y cols. 2009**).

Para obtener dicha osteointegración, es indispensable obtener una adecuada estabilidad primaria del implante a la hora de su colocación, evitando de este modo

la presencia de micromovimientos que afecten a todo el proceso de osteointegración posterior (*Yoon HG y cols. 2011*).

El objetivo fundamental del tratamiento implantológico es garantizar la función y los resultados estéticos a largo plazo. En este sentido, la presencia de hueso estable alrededor del cuello del implante es un requisito fundamental para obtener soporte, y por tanto, un contorno gingival óptimo y estable en el tiempo, la preservación de la cresta ósea, aumenta la formación de papilas y mejora el resultado estético a largo plazo (*Degidi y cols. 2008*).

El fin del tratamiento con implantes es preservar el hueso crestal, con el fin de tener mejores resultados a largo plazo tanto estéticos como funcionales, conservando el hueso crestal y los tejidos blandos periimplantarios.

1.2 Reabsorción ósea periimplantaria

Los factores etiológicos para la pérdida ósea crestal no están claros, pero muchos estudios relatan que la principal causa es el trauma quirúrgico (**Esposito y cols. 1998**). Otras muchas investigaciones han propuesto que una casusa muy importante es la influencia del implante-aditamento y su microgap, esto es importante por la colonización de bacterias en el surco periimplantario (**Broggini y cols. 2003**). Además, la mayor parte de investigaciones afirma que el establecimiento de anchura biológica y el diseño del implante en sí mismo ejerce una influencia sobre la pérdida de hueso (**Adell y cols. 1981; Degidi y cols. 2011; Fickl y cols. 2010**).

La pérdida de hueso alrededor de los implantes dentales (defectos periimplantarios) en postextracción o sitios cicatrizados ocurren durante el primer año después de la colocación del implante (**Lang y cols. 2011**).

La pérdida ósea y las modificaciones sobre tejidos blandos ocurridas en el primer año pueden modificar los resultados funcionales y estéticos a largo plazo (**Tran y cols. 2010**).

Sin embargo, los implantes inmediatos colocados en el alvéolo de la extracción no traumática conservan el tejido blando y las dimensiones del alvéolo (**Novaes y cols. 2005; Botticelli y cols. 2006**). La preservación crestal del hueso aumenta la probabilidad de formación papilas y es importante para los resultados estéticos (**Degidi y cols. 2008**).

Diferentes estudios experimentales en animales y humanos han demostrado que la reducción de la altura del hueso alveolar ocurre como una consecuencia de la extracción dental y en ausencia de un estímulo mecánico hacia el hueso (**Schroop y cols. 2003; Araújo y Lindhe 2005a**) y que se observa en el tiempo una reabsorción más pronunciada del hueso alveolar bucal comparado con la reabsorción del hueso alveolar lingual (**Boticelli y cols. 2004a; Araújo y Lindhe 2006**)

En la actualidad la mayoría de investigaciones están enfocadas en mantener el hueso periimplantario y en valorar los factores influyentes en este para conservarlo, y tener un éxito a largo plazo, tanto estético como funcional.

1.2.1 El Ancho Biológico

Ancho biológico de la conexión de tejidos blandos es un término usado con frecuencia para describir los tejidos blandos que recubren el diente. Esta basado en estudios que documentaron el tejido blando fijado al diente, constituido por dos partes (un tejido fibroso y un acoplamiento epitelial). El cuál consiste en una adhesión de tejido conectivo (1mm), una adhesión epitelial (1mm) y un surco o bolsa gingival (1mm) (**Gargiulo y cols. 1961**).

El tejido blando que rodea los implantes dentales recibe el nombre de mucosa periimplantaria. Sus características se establecen en el proceso de curación de la herida, que ocurre en el cierre de colgajos mucoperiósticos tras la instalación del implante (procedimiento en una fase) o después de la conexión del pilar emergente (procedimiento en dos fases).

La curación de la mucosa da como resultado el establecimiento de una adherencia de tejido blando (fijación transmucosa) con el implante. Sirve como sellado que impide la llegada de productos de la cavidad oral al tejido óseo asegurando su osteointegración.

La mucosa periimplantaria y la encía tienen varias características comunes (tanto clínicas como histológicas) pero diferencias significativas. Los epitelios de unión normalmente deberían tener unos 2 mm de longitud y las zonas de tejido conjuntivo supraalveolar entre 1,5-1 mm de alto, el problema es que las fibras de inserción discurren paralelas al implante y no logran fijarse al metal. Pero esta dimensión está totalmente ligada a la reabsorción ósea durante la fase de cicatrización y viene determinada por la colonización de bacterias en el microgap si existe **(Cochran y cols. 1997)**.

Los mucosa periimplantaria en implantes de titanio ha sido estudiada en varias investigaciones experimentales en animales, influenciada por factores como: el tiempo de implantación, la profundidad de inserción, y el diseño del implante, demostrando diferentes efectos en el hueso **(Abrahamsson y cols. 1996, 1998, 1999; Ericsson y cols. 1995; Negri y cols. 2012a, b; Calvo-Guirado y cols. 2013)**. Experimentos diferentes en animales y humanos han demostrado que la reducción de la altura alveolar y reducciones/modificaciones del tejido blando ocurren como una consecuencia de la extracción del diente y en ausencia del estímulo mecánico hacia el hueso **(Schrop y cols. 2003; Araújo y cols. 2005)** y hay una reabsorción más pronunciada sobre el aspecto bucal comparado con la reabsorción del aspecto lingual pasado algún tiempo **(Boticelli y cols. 2004a; Araújo & Lindhe 2005)**. Sin embargo la colocación de un implante tras la extracción dental no es capaz de parar el proceso remodelación de tejidos blandos **(Araújo y Lindhe 2005; Barros y cols. 2009a, 2009b)**. Por esto, el empleo de injertos conectivos ha sido propagado para compensar la resorción de tejidos

periimplantarios tras la extracción de diente en la colocación del implante y así mejorar la estética y el tejido periimplantario (**Koury y Hoppe 2000; Covani y cols. 2007; Kan y cols. 2009**).

Por otro lado la pérdida de tejidos blandos está modificada por el microgap entre el implante aditamento (en el cuál puede existir la colonización bacteriana en el surco periimplantario) (**Broggini y cols. 2003**). El microgap creado en la unión del implante-aditamento puede causar un infiltrado inflamatorio desplazando el tejido apicalmente, causando una pérdida de 1,5 a 2 mm de hueso crestal (**Berglundh y Lindhe. 1996; Abrahamsson y cols. 1997**), pero siendo una causa multifactorial.

Por otra parte se ha demostrado que la superficie del aditamento tiene influencia en el tejido blando y por consiguiente en el hueso crestal (**Sawase y cols. 2000**), de ahí las modificaciones recientemente hechas a la superficie de los aditamentos/implantes con el objetivo de alcanzar la inserción de tejido conjuntivo y evitar la migración apical del epitelio (**Welande y cols. 2008; Rompen y cols. 2007**).

El hueso está protegido por los tejidos blandos, estos son la barrera en el área crestal, previenen la invasión bacteriana por medio de diferentes mecanismos. La inflamación de los tejidos blandos tendría una influencia directa en el hueso crestal y sus modificaciones. El tejido blando provee la resistencia a la fricción de las fuerzas

de la masticación o hábitos parafuncionales, y es el límite a la penetración de cuerpos extraños (*Bosshardt y Lang 2005*).

1.2.2 Factores etiológicos influyentes en la pérdida ósea periimplantaria y en la modificación de los tejidos blandos.

Los diferentes estudios sugieren múltiples factores para la reabsorción ósea y la modificación de tejidos blandos, vamos a profundizar en los factores más influyentes en nuestro estudio:

- Implantes inmediatos
- Posición del implante en sentido vertical
- Diseño del implante y de sus aditamentos

1.2.2.1 Implantes inmediatos

Tras la pérdida de un diente, se ha demostrado que la mayor reabsorción ósea ocurre en los primeros meses después de la pérdida **(Negri y cols. 2012)**.

Los cambios dimensionales después de la exodoncia ocurren como resultado del modelado óseo. En un estudio histológico experimental utilizando modelo canino, los autores exponen que después de la extracción dental, la reabsorción del “bundle bone” (un término histológico que describe la porción terminal del proceso alveolar que rodea a un diente, en el cuál las fibras colágenas del ligamento periodontal están inmersas), que rodea el alvéolo post-extracción ocurre en las primeras 8 semanas de cicatrización. La tabla ósea bucal es más fina que la lingual, y está compuesta casi enteramente por “bundle bone” en la zona más coronal. De modo que, la reabsorción del bundle bone conlleva una marcada reducción en altura de la tabla ósea bucal en comparación con la tabla ósea lingual **(Araújo y Lindhe. 2005a)**.

Otros autores también observaron que en la cresta ósea alveolar ocurren marcadas alteraciones en cuanto a calidad y cantidad de hueso tras una extracción dental de manera temprana **(Araújo y Lindhe. 2005)** y se sucede una marcada reducción de las dimensiones buco-lingual y apico-coronal del alvéolo **(Schropp y cols. 2003b; Botticelli y cols. 2004a; Araújo y Lindhe 2005a y b)**.

La pérdida ósea y las modificaciones de tejido blandos que ocurren después de la extracción pueden comprometer la opción de tratamiento así como los resultados estéticos y funcionales (**Tran y cols. 2010**). Sin embargo, implantaciones inmediatas colocadas en un alvéolo de extracción no traumático conservan el tejido blando y las dimensiones del reborde alveolar (**Novaes y cols. 2005; Botticelli y cols. 2006**).

La técnica de colocación de implantes inmediatos tras la extracción dental reduce el tiempo de tratamiento y períodos más cortos para el paciente (**Cochran y cols. 2004**), también al poder conservar los tejidos blandos y tejidos óseos podemos incrementar la posibilidad de formación de papila consiguiendo así mejores resultados estéticos a largo plazo (**Degidi y cols. 2008**).

La colocación de implantes inmediatos puede entenderse y verse justificada por el hecho de reducir el número de cirugías, preservar las dimensiones de la cresta ósea alveolar y reducir el tiempo entre la exodoncia y la restauración (**Mayfield, 1999**).

1.2.2.2 Posición del implante en sentido vertical

Múltiples estudios demuestran que la posición del implante en sentido apico-coronal es un factor etiológico influyente en la reabsorción ósea crestal (**Welander y cols. 2009; Calvo-Guirado y cols. 2013**).

Normalmente, los implantes son colocados en una posición subcrestal en áreas estéticas, donde la estabilidad primaria no puede ser lograda por la colocación en el nivel de hueso crestal o siempre que la altura interoclusal para la restauración y el perfil de emergencia sea limitado (**Hammerle y cols. 1996; Buser y cols. 2007**). También puede haber una ventaja en la colocación de los implantes subcrestales para compensar la remodelación del hueso alveolar y mejorar el contacto del hueso-implante en la región de cuello del implante (**Hammerle y cols. 1996; Welander y cols. 2009**). El posicionamiento más apical de la conexión implante-pilar contribuiría al mantenimiento de la textura y tonalidad de la mucosa y también favorecería el reestablecimiento de la arquitectura del tejido marginal (**Fickl y cols. 2010**).

La colocación subcrestal de los implantes dentales se ha propuesto como solución posible para reducir el riesgo de exposición del aditamento o de la parte superior metálica del implante. El estudio de **Palacci y cols. (2001)** preconizaba la inserción de implantes a nivel subcrestal, especialmente en zonas con compromiso estético, para obtener un óptimo perfil de emergencia y evitar exposición del metal.

Novaes y cols. (2006) realizaron un estudio en perros en el que colocaron implantes con plataforma expandida a nivel crestal y 1.5 mm por debajo de la cresta. Encontraron que los implantes colocados más profundos mostraban mejores resultados (con una etiología multifactorial).

Barros y cols. (2010) también en un estudio en perros, encontraron que la reabsorción ósea crestal era significativamente menor en implantes subcrestales de plataforma expandida comparados con los implantes colocados crestalmente.

Caneva y cols. (2010) en un modelo experimental estudiaron la colocación de implantes a nivel crestal o 0.8mm subcrestal en alvéolos post-extracción, observando que la cresta alveolar sufre una gran reabsorción y remodelado en ambos casos, encontrándose esta en una situación más apical con respecto al límite entre superficie pulida y rugosa del implante. Para reducir o eliminar esta exposición de la superficie tratada del implante, éste debería colocarse aproximadamente 1 mm subcrestal con respecto a la cresta ósea bucal, y en una posición más lingual con respecto al eje central del alvéolo.

Sin embargo aunque múltiples estudios como los mencionados anteriormente indican que es mejor una posición subcrestal del implante, existe una controversia, habiendo estudios que indican que es mejor una posición del implante a nivel de la cresta (**Herman y cols. 2000**).

1.2.2.3 Diseño del implante y de sus aditamentos.

De acuerdo con la literatura el diseño del implante así como de sus aditamentos influye en la pérdida ósea crestal y en la remodelación de los tejidos blandos.

Múltiples factores influyen en el contacto de hueso implante tales como ser la densidad ósea (**Cho y cols. 2002**); los valores de fuerza funcional ejercidos sobre el implante (**De Pauw y cols. 2002**); la configuración y geometría del implante (**Caneva y cols. 2010b; Sanz y cols. 2010**); la rugosidad de la superficie de titanio (**Trisi y cols. 2002, 2003**); la longitud y diámetro del implante (**Ivanoff y cols. 1997**).

Los diseños y superficie del implante son críticos para determinar la pérdida ósea del implante (**Oh y cols. 2002; Rodríguez- Ciurana y cols. 2009; Calvo-Guirado y cols. 2010**).

Estudios clínicos y experimentales han demostrado que los implantes diseñados con un cuello más corto y liso evitan pérdida ósea mayor y ayudan a reducir el riesgo de exposición del metal en el margen del implante, con mejores resultados estéticos (**Alomrani y cols. 2005**). También estudios con implantes con un diseño de microroscas puede facilitar el anclaje tanto de tejidos duros y blandos y reducir la pérdida ósea crestal (**Shin y cols. 2009; Negri y cols. 2012**).

La presencia de microroscas en el cuello del implante, puede favorecer mecánicamente la estabilidad del hueso marginal (**Shin y cols. 2006; Lee y cols. 2007; Stanford y cols. 2008**). Es importante entender los efectos de los diferentes diseños de cuello del implante, sobre todo en casos críticos de implantes post-extracción.

El aditamento al implante es importantísimo, tienen un papel fundamental en la reabsorción ósea periimplantaria, por ejemplo si existiera un microgap, podríamos encontrar una microfiltración bacteriana con disminución de tejidos blandos y óseos, influyendo antes de la carga protésica en el período de cicatrización. (**Oh y cols. 2002**).

Por eso se crean alternativas a esto, como el diseño del aditamento, tipo de conexión del aditamento al implante, el macrodiseño del área cervical del implante, y las superficies posibles del implante (**Oh y cols. 2002**).

Esta demostrado que la superficie del aditamento tiene una influencia en los tejidos blandos y como consecuencia en el tejido óseo (**Sawase y cols. 2006**), por eso se han realizado modificaciones en las superficies de los aditamentos con el objetivo de tener una mejor inserción del tejido conectivo y evitar la migración del epitelio (**Welander y cols 2008; Rompen y cols. 2007**).

Los tejidos blandos en los implantes dentales son parecidos a los tejidos blandos dentales en características y componentes, excepto por la distribución de las fibras de tejido conectivo en relación a la superficie del implante (**Listgarten y cols. 1991**) en un estudio clínico experimental **Delgado-Ruíz y cols (2014)** comparan dos aditamentos con diferente geometría, y si su geometría puede modificar los tejidos blandos, (el contacto de tejido conectivo, la densidad, el grosor y la orientación de las fibras de tejido conectivo), se observa que un diseño del aditamento puede mejorar el grosor de los tejidos blandos, la densidad de las fibras, protegiendo así el hueso cresta.

2.OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Nuestro trabajo realizado en perros American Fox Hound pretende valorar el comportamiento de los implantes de titanio, dependiendo de su colocación en el hueso a nivel vertical, dependiendo del diseño del implante, y dependiendo del diseño del aditamento en su etapa de cicatrización, para su utilización en la práctica odontológica. Para ello planteamos los siguientes objetivos:

1- Evaluar la pérdida ósea crestal según la posición crestal o subcrestal del implante (posición más idónea en sentido apico-coronal).

2- Evaluar la pérdida ósea crestal y los tejidos blandos periimplantarios según el diseño del cuello del implante.

3- Evaluar la influencia de los diseños de los aditamentos de cicatrización inmediatos en tejidos duros y blandos periimplantarios.

3.MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Animales de experimentación

El estudio se realizó en perros de la raza American Fox Hound, de una edad aproximada de 1 año, con un peso entre 14 y 18 kilogramos procedentes del animalario de la Universidad de Murcia. Los perros presentaron las mandíbulas intactas, dentición permanente totalmente erupcionada, sin ningún tipo de trauma oclusal. Los especímenes mostraron buenas condiciones de salud general.

Los animales una vez recibidos fueron correctamente identificados, y fueron alimentados *ad-libitum* con dieta sólida a base de pienso y agua. **(Figura 1)**



Figura 1. American Fox Hound en estabulario de la Universidad de Murcia.

3.1.2 Implantes de titanio

En este estudio se utilizaron 2 tipos de implantes de titanio: Blue SKY[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) y SKY Classic[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) de 4mm de diámetro y 10mm de longitud, fabricados con titanio grado IV, mecanizados en frío, lo que mantiene todas las propiedades mecánicas, y reciben un tratamiento superficial de arenado y posterior grabado ácido. **(Figura 2)**



Figura 2. Los diferentes diseños de implantes; en la derecha implante Blue SKY[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con una zona de microscasas de 2 mm de longitud y una superficie pulida de 0,8 mm y en la izquierda implante SKY Classic[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con 2 mm de superficie pulida y un área rugosa de 0,8 mm, presentan 4 mm de diámetro y 10 mm de longitud.

3.1.3 Aditamentos de cicatrización

Se utilizaron dos tipos de aditamentos con diferente geometría: con geometría recta-cóncava (Ref. SKY-GF02, Bredent Medical® GmbH & Co. KG, Senden, Germany) y con geometría anatómica (Ref. SKYEMG02, Bredent Medical® GmbH & Co. KG, Senden, Germany). (**Figura 3**)

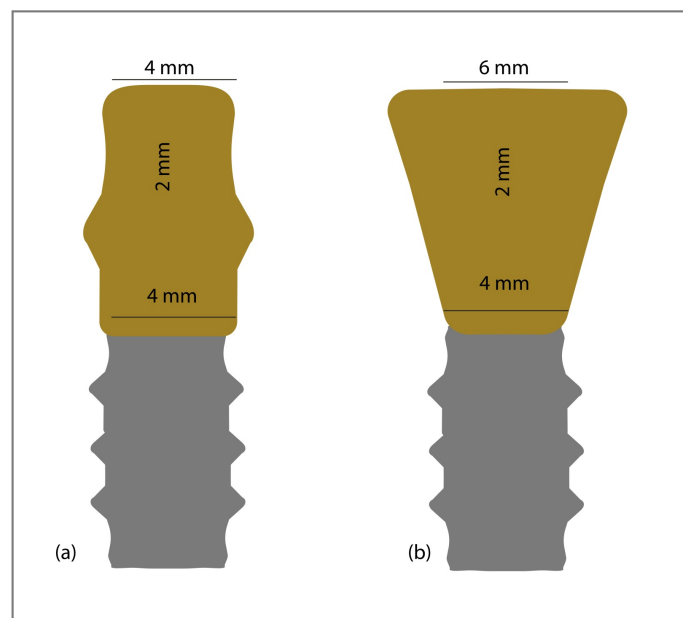


Figura 3. Aditamentos (a) aditamento recto-cóncavo; (b) aditamento anatómico, de plataforma ancha.

3.2 Diseño del estudio

Se trata de un estudio experimental in vivo, de casos control.

El protocolo para la realización del estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Medicina de Murcia, España, siguiendo las directrices establecidas por el Consejo de la Unión Europea del 24 de Noviembre, 1986 (86/609/ECC).

El estudio experimental fue diseñado para evaluar la reabsorción ósea crestal y el contacto-hueso-implante (BIC) así como la remodelación de los tejidos blandos en implantes con diferentes diseños a nivel de su parte coronal; Blue Sky[®] y Sky Classic[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany); implantes colocados de manera crestal y 2 mm subcrestal; colocando diferentes aditamentos de cicatrización (con geometría recta-cóncava y con geometría anatómica (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) en premolares mandibulares y primeros molares de perros American fox hound mediante análisis histomorfométrico.

El procedimiento constó de una fase quirúrgica donde se realizaron las exodoncias bilaterales de segundos, terceros, cuartos premolares y primeros molares (P₂, P₃, P₄ y M₁), y de manera randomizada se colocaron inmediatamente en los alvéolos distales de dichas piezas 24 implantes Blue Sky[®] y 24 implantes Sky Classic[®], así mismo se colocaron 24 implantes subcrestales y 24 crestales y así mismo se colocaron 24 aditamentos inmediatos con geometría recta-cóncava y 24 con geometría anatómica.

Se siguió un protocolo no sumergido con tiempos de cicatrización de 8 semanas (3 especímenes) y 12 semanas (3 especímenes) respectivamente. Posteriormente se realizó el estudio, análisis histomorfométrico y el análisis estadístico .

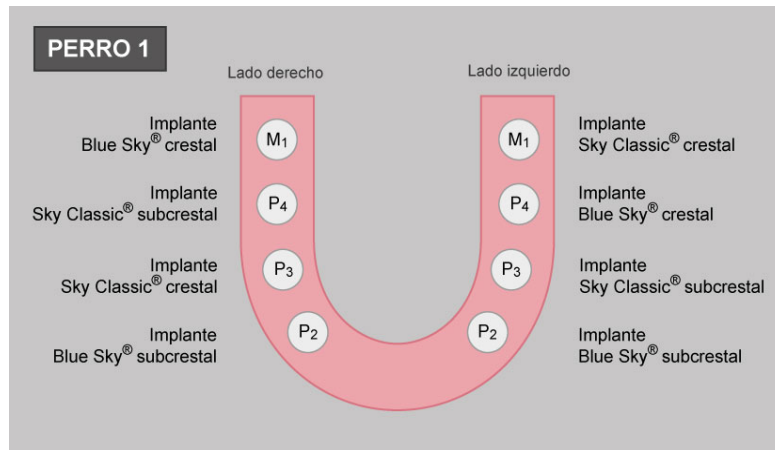


Figura 4. Colocación de **24 implantes** inmediatos post-extracción Blue Sky® 4mm x 10 mm y **24 implantes** inmediatos post-extracción Sky Classic® 4mm x 10 mm (Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany). De manera randomizada y aleatorizada, la mitad de los implantes se colocaron de manera crestal y la otra mitad de manera subcrestal. Ejemplo de espécimen número 1.

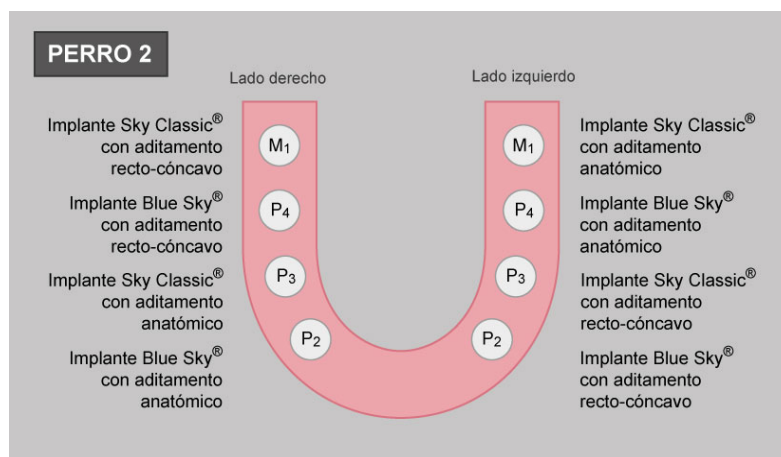


Figura 5. Colocación de **24 implantes** inmediatos post-extracción Blue Sky® 4 mm x 10 mm y **24 implantes** inmediatos post-extracción Sky Classic® 4 mm x 10 mm (Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany). De manera randomizada y aleatorizada, a la mitad de los implantes se le colocaron aditamentos rectos-cóncavos (Ref. SKY-GF02, Bredent Medical® GmbH & Co. KG, Senden, Germany) y la otra mitad se le colocaron aditamentos anatómicos (Ref. SKYEMG02, Bredent Medical® GmbH & Co. KG, Senden, Germany). . Ejemplo de espécimen número 2.

3.3. Procedimiento quirúrgico

Todas las intervenciones se realizaron bajo la supervisión del Veterinario del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Murcia. Para poder llevar a cabo la intervención fue necesaria anestesia general y local de cada uno de los animales.

A los animales se les administró como anestesia general: dosis intramusculares de acepromicina 0.12-0,25 mg/kg (CALMONEOSAN[®], laboratorios Pfizer, Madrid, España), buprenorfina 0.01 mg/kg (BUPRECARE[®], Divasa-Farmavic, Grub; barcelona, España) y medetomidina en hidrocloreuro 35 mg/kg (MEDETOR[®], laboratorios Virbac, Esplugues de Llobregat, España). La medicación fue inyectada de manera intramuscular en el cuadriceps femoral de cada animal. El mantenimiento, se hara por dosis intravenosas de propofol de propofol 1% (laboratorios Fresenius Kabi, Barcelona, España) en proporción de 0.4 mg/kg/minuto. En el campo quirúrgico se administró inyección infiltrativa de articaína/epinefrina 1:100.000 (laboratorios Inibsa, Barcelona, España) para aumentar la anestesia local y reducir la hemorragia en el campo quirúrgico. Durante el tiempo de duración de la cirugía, a los animales se les monitorizó la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno en sangre y la temperatura corporal. **(Figura 6)**



Figura 6. Imagen del monitor con las constantes vitales del espécimen.

Durante todo el período intraoperatorio se mantuvo la perfusión de propofol en solución de sodio. **(Figura 7)**



Figura 7. Imagen de la perfusión constante del propofol en solución salina de sodio.

Se procedió a la realización de las exodoncias dentales, se realizó una incisión crestal y sulcular alrededor de las piezas con despegamiento de un mínimo colgajo a espesor total. Se realizaron las exodoncias de los premolares y primeros molares (P_2 , P_3 , P_4 y M_1) en las hemimandíbulas de cada perro.

Para ello, las piezas se seccionaron en sentido bucolingual a nivel de la furca utilizando una fresa de carburo de tungsteno y de esta manera, las raíces se extrajeron de manera individual con periótomo, elevador tipo Clev-Dent recto fino, y forcep de restos radiculares. **(Figuras. 8 y 9)**

Antes de la colocación de los implantes, se midieron las dimensiones de los alvéolos post-extracción usando un calibre (pie de rey) en sentido buco-lingual y mesio-distal.



Figura 8. Imagen de las piezas tras realizar la incisión crestal y sulcular alrededor de las piezas con despegamiento de un mínimo colgajo a espesor total y tras realizar la odontosección.

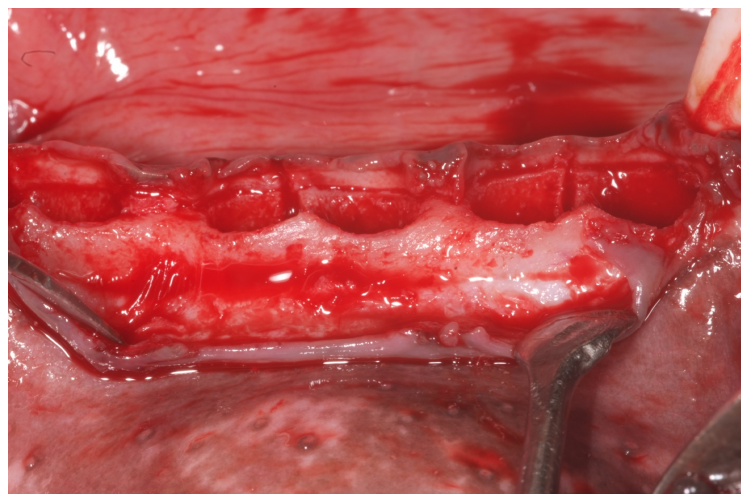


Figura 9. Imagen de los alvéolos tras las exodoncias dentales.

Cada alvéolo de la raíz distal de los premolares y primeros molares exodonciados se empleó como sitio experimental. Se insertaron implantes inmediato postexodoncia Blue SKY® “grupo test” (Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con una zona de microscroscas de 2 mm de longitud y una superficie pulida de 0,8 mm y

implantes SKY Classic® “grupo control”(Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con 2 mm de superficie pulida y un area rugosa de 0,8 mm, presentan 4 mm de diámetro y 10 mm de longitud en cada alvéolo. **(Figura 10)**

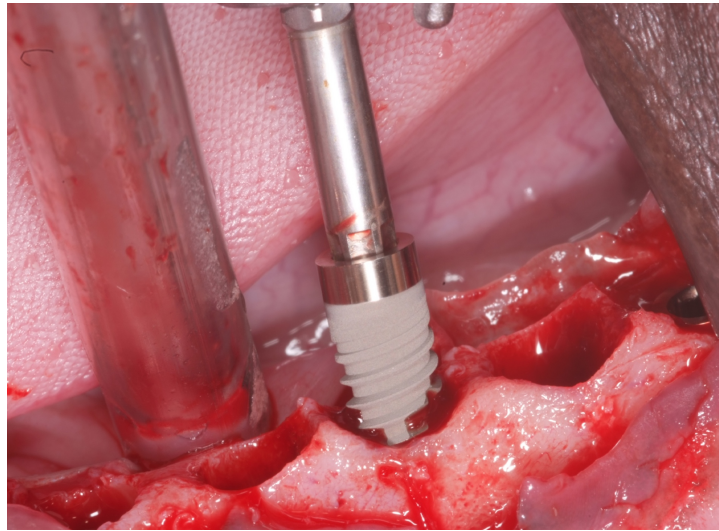


Figura 10. Inserción del implante Sky classic en el alvéolo tras la extracción

La parte apical del alvéolo se preparó utilizando un protocolo convencional de fresado según indicaciones del fabricante (Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany): fresa lanceolada, fresa piloto y secuencia de fresas para un implante de 4 mm de diámetro por 10 mm de longitud. Tras la preparación del lecho alveolar, se colocaron un total de 48 implantes con un torque de inserción de entre ≥ 35 Ncm (Sky Classic® y Blue Sky®) 1mm subcrestal en el aspecto lingual y después se atornillaron los diferentes aditamentos de cicatrización con un torque de 20 Ncm con dos diseños: (con geometría recta-cóncava “grupo control” y con geometría anatómica “grupo test” (Bredent medical® GMBH & Co. KG, Senden, Germany)). La estabilidad primaria fue óptima en todos los implantes colocados. **(Figura 11)**

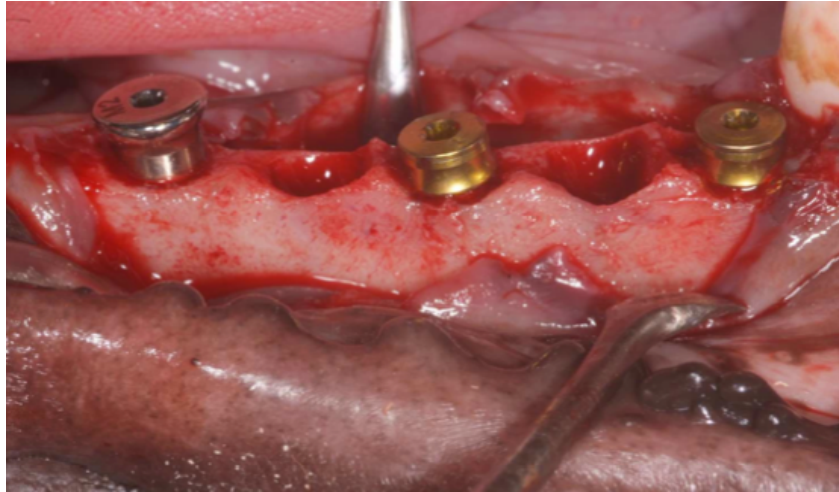


Figura 11. Imagen de los implantes colocados con sus aditamentos colocados inmediatos en una etapa quirúrgica.

Por otro lado se colocaron 48 implantes en el alvéolo de la raíz distal de los premolares y primeros molares exodonciados. Se insertaron dos diseños de implantes inmediatos postexodoncia:

Blue SKY[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con una zona de microscroscas de 2 mm de longitud y una superficie pulida de 0,8 mm y SKY Classic[®] (Bredent medical[®] GMBH & Co. KG, Senden, Germany) con 2 mm de superficie pulida y un área rugosa de 0,8 mm, presentan 4mm de diámetro y 10 mm de longitud. De manera randomizada, 4 implantes Blue sky[®] y 4 implantes Sky Classic[®] fueron colocados de manera crestal (grupo control) y 2 mm subcrestal (grupo test) en cada mandíbula. **(Figuras. 12 y 13)**

Se tomaron radiografías periapicales para comprobar la correcta colocación de los implantes. **(Figura 14)**

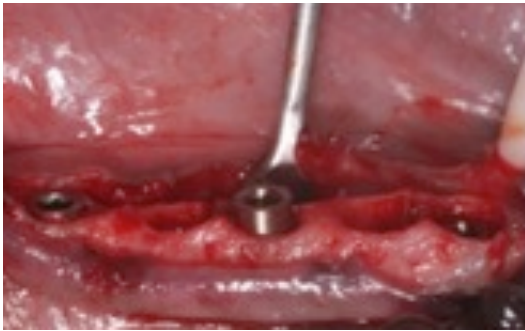


Figura 12. Implantes Blue Sky® y Sky Classic® colocados crestales y subcrestales.

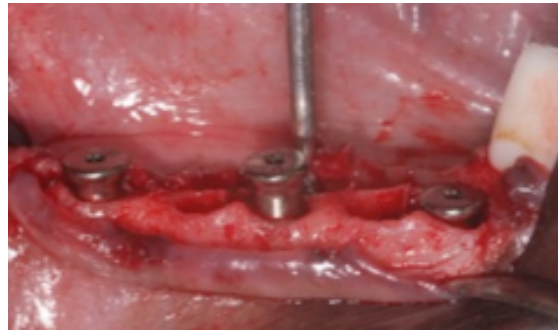


Figura 13. Aditamentos colocados en los implantes Blue Sky® y Sky Classic® con un torque de 20 Ncm en un proceso no sumergido (una sola fase quirúrgica).

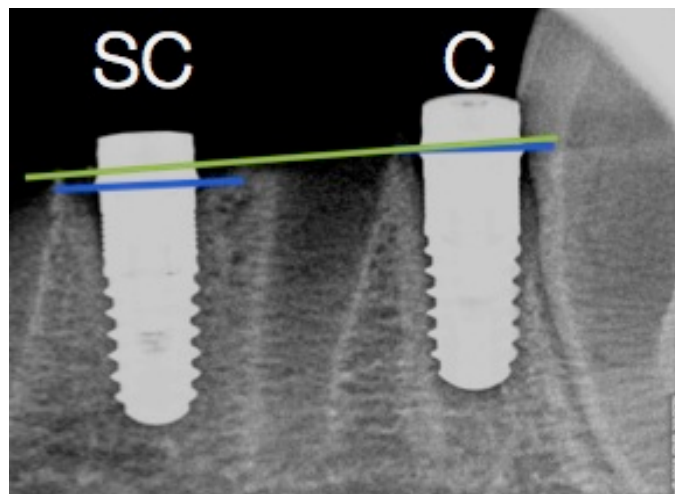


Figura 14. Radiografía periapical de control postoperatorio.

No se utilizaron materiales de relleno en el gap residual entre las tablas óseas bucales y la superficie del implante. Se suturó con puntos simples interrumpidos y seda de 4/0 (laboratorios Aragón, Barcelona, España).

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primera semana posterior a la cirugía, a los perros se les administró Amoxicilina (500 mg, dos veces al día) e Ibuprofeno 600 mg (tres veces al día) (laboratorios GlaxoSmithKline, Madrid, España) por vía intramuscular. Se les retiró la sutura a los 10 días.

A los especímenes se les administró una dieta blanda durante 12 días después de retirar las suturas. La cicatrización se evaluó de manera semanal, y el control de placa se llevó cabo irrigando la cavidad oral con digluconato de clorhexidina 0.2% (laboratorios Dentaïd, Barcelona, España).

Se sacrificaron tres animales por cada período de tiempo (8 y 12 semanas), mediante una perfusión de Pentotal sódico (laboratorios Abbot, Chicago, IL, USA) a través de la arteria carótida con un fijador que contiene una mezcla del 5% de glutaraldehído y 4% de formaldehído.

El veterinario constatará la muerte del perro e inmediatamente se pasará a la disección de la mandíbula.

Se diseccionaron las mandíbulas de cada animal y cada zona de estudio se extrajo usando una fresa de diamante a alta velocidad. Las biopsias se procesaron siguiendo el método descrito por **Donath y Breuner (1982)**.

3.6 Preparación Histológica

Las muestras fueron fijadas en formol y deshidratadas en una serie gradual de etanol se realizó un desengrasado y desecación con alcoholes de menor a mayor concentración mediante etanol al 50%, 70%, 80%, 90% por 15 minutos cada uno y desecación de la superficie con acetona a 30%, 50%, 70% y 90% por 15 minutos cada uno, posteriormente acetona al 100% durante 30 minutos.

Acto seguido, fueron sumergidas en metacrilato (Technovit 7200 VLC; Kulzer, Wehrheim, Alemania) y polimerizadas. Tras su polimerización, los especímenes se procesaron para obtener finas secciones con el sistema Precise 1 Automate. Los especímenes se seccionaron a lo largo de su eje longitudinal mayor con un disco de diamante de alta precisión, desde 150 μm hasta 30 μm . Para cada implante se realizaron dos cortes: un corte inicial centrado en sentido mesio-distal con una sierra diamantada y un segundo corte en un extremo del implante, cercano al hueso circundante. De este modo, se obtuvieron dos láminas de cada implante. Las láminas fueron analizadas en un microscopio con transmisión normal de luz (Leitz Laborlux; Leitz, Wetzlar, Alemania)(Olympus BX 61, Hamburg, Germany) y en un microscopio de luz polarizada (Leitz).

3.5 Análisis histomorfométrico

El análisis histomorfométrico fue llevado a cabo utilizando imágenes calibradas digitalmente con aumento de 10X (Leica microscope Q500Mc, Leica DFC320, 3088X2550 pixeles, Leica Microsystems, Wetzlar, Alemania). El análisis de las muestras se realizó utilizando MIP 4.5 software (Microms Image Processing Software, CID, Consult image Digital, Barcelona, España) conectado a una cámara de vídeo de alta resolución (3CCD, JVC, KY-F55B, JVC®; JVC; Yokohama, Japón) y unida a su vez un monitor y un ordenador de mesa (IntelPentium III 1200 MMX, Intel®; Intel, Santa Clara, California, Estados Unidos). Este sistema óptico se asocio con un sistema de digitalización (Matrix 46Vision GMBH, Oppenweiler, Alemania) y un software de histomorfometría con capacidad de capturar imágenes (Image-Pro Plus 4.5; Media Cybernetics Inc., Immagini & Computer Snc, Milán, Italia).

La reabsorción de la pared vestibular en relación a la pared lingual se expresó como una medida lineal (medida relativa). Además, las corticales vestibular y lingual se midieron desde el hombro del implante (parte más coronal del cuello pulido) hasta el primer punto de contacto hueso-implante (β BIC) y hasta la parte más superior de la cresta alveolar (medidas absolutas). En el caso del grupo test (implantes subcrestales) se restaron 2 mm a estas mediciones.

El porcentaje de BIC en el hueso nativo así como en el hueso neoformado se midió en todo el perímetro de cada uno de los implantes. La porción más apical de los implantes fue excluida (aproximadamente 2 mm) debido a la presencia de tejido no óseo, procedente del nervio mandibular, en algunas muestras.

Se realizó una evaluación semicuantitativa de la superficie de contacto hueso-implante. Para esta evaluación, el porcentaje de contacto directo entre el hueso

mineralizado y la superficie de cada implante se determinó mediante el recuento de la intersección en la zona de las espiras. Los porcentajes de contacto hueso-implante (BIC) fueron calculados alrededor de todo el perímetro del implante, desde el primer contacto hueso-implante, es decir, la parte más coronal, evaluando el hueso mineralizado en contacto directo con la superficie del implante de manera lineal. De esta manera se calcularon los porcentajes de BIC lingual, BIC bucal y BIC total. La cantidad total de hueso en contacto directo con la superficie del implante se calculó como la suma de hueso nativo más nuevo hueso formado (%BIC).

Las medidas lineales tomadas para cada una de las secciones fueron (magnificación 10X):

D1: distancia entre la cresta ósea bucal y la cresta ósea lingual (**BL**).

D2: distancia del hombro del implante a la cresta ósea bucal (**IS-B**).

D3: distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado bucal (*f BIC*) (**IS-Bc**).

D4: distancia del hombro del implante a la cresta ósea lingual (**IS-L**).

D5: distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado lingual (*f BIC*) (**IS-Lc**). (**Figura 15**)

D1: distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante (**PM-C**).

D2: distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio (**PM-Je**).

D3: distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante (**Je-C**).

D4: distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso crestal (**IS-B**).

D5: distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante (**IS-C**).(Figura 16)

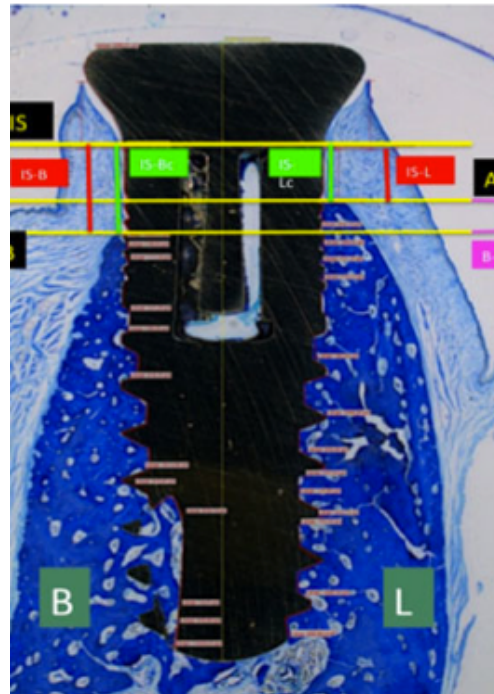


Figura 15. Medidas lineales realizadas para valorar la remodelación ósea periimplantaria.

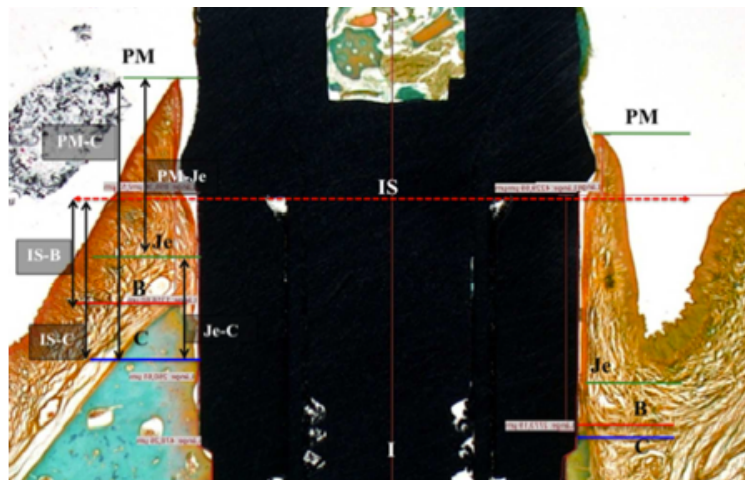


Figura 16. Medidas lineales realizadas para valorar la remodelación ósea periimplantaria y la remodelación de tejidos blandos periimplantarios.

3.6 Análisis estadístico

Todos los implantes resultaron válidos para la recolección de datos. El análisis se realizó en el Servicio de Estadística de la Universidad de Murcia, realizándose una estadística descriptiva básica con el establecimiento en cada variable de las medias y las desviaciones estándar entre los diferentes cortes de cada muestra. Los valores medios y las desviaciones estándar se calcularon empleando un test descriptivo para los parámetros de BIC y reabsorción ósea. El test de Bruner y Langer (análisis de varianza no paramétrico) se aplicó para obtener los valores medios ($\text{mm} \pm$ desviación estándar). Los datos obtenidos del tratamiento de las imágenes fueron recogidos en una hoja de cálculo (Excel, Microsoft, Redmond, Washington, USA) y posteriormente se exportaron al programa de análisis estadístico SPSS19.0 (SPSS, Chicago, Illinois, EEUU), con el cual se analizaron todos los parámetros histomorfométricos mediante métodos descriptivos.

El nivel de confianza alfa elegido fue de un 5%.

4.RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Valoración Clínica e Histológica

La cicatrización ocurrió sin complicaciones asociadas en todos los animales y no se perdieron implantes. Después de un período de cicatrización de 8 y 12 semanas, todos los implantes se habían osteointegrado y por consiguiente, estuvieron disponibles para el análisis histológico e histomorfométrico. En todos los grupos (crestal y subcrestal, Blue Sky® y Sky Classic®, aditamentos Rectos-cóncavos y aditamentos Anatómicos), los defectos marginales entre la tabla ósea bucal y la superficie del implante habían desaparecido como resultado del relleno de tejido óseo y la reabsorción de la cresta alveolar, con la concomitante migración del tejido conectivo. El remodelado de la región marginal se vió acompañado de una marcada reducción de las dimensiones de la fina cortical vestibular así como de la cortical lingual. El análisis histológico permitió observar el contacto directo entre el hueso y todos los implantes, sin interposición de tejidos blandos. **(Figura 17)**

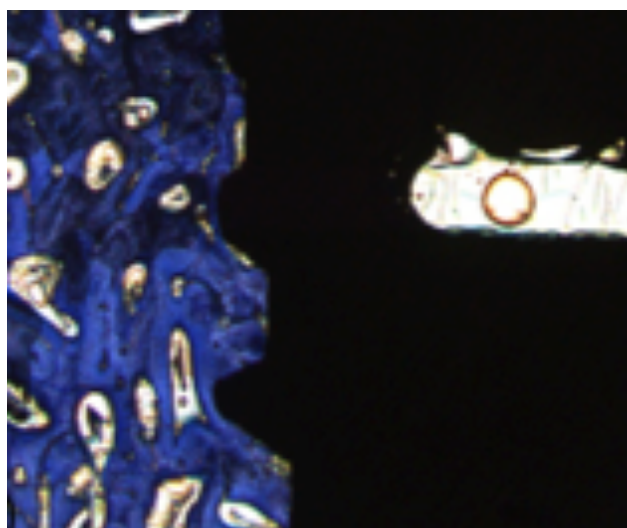


Figura 17.Imagen que muestra el contacto directo Hueso-Implante.

4.1.1 Resultados a las 8 semanas:

En el grupo crestal (grupo control)

(a) La sección Buco-lingual después de las 8 semanas en el grupo crestal en implantes Blue Sky[®]. En dirección apical, el epitelio es delgado y continuo con tejido conectivo con células inflamatorias dispersadas. El hueso recién formado en la región crestal está cerca de la segunda rosca sobre el aspecto bucal y la primera rosca sobre el aspecto lingual.

(b) La Sección Buco-lingual después de 8 semanas en el grupo crestal en implantes Sky Classic[®]. El margen de la mucosa periimplantaria esta localizado ligeramente coronal al hombro del implante. La cresta ósea también expone la nueva formación de hueso en el cuello pulido de titanio tanto sobre el aspecto bucal como en el aspecto lingual. **(Figura 18)**

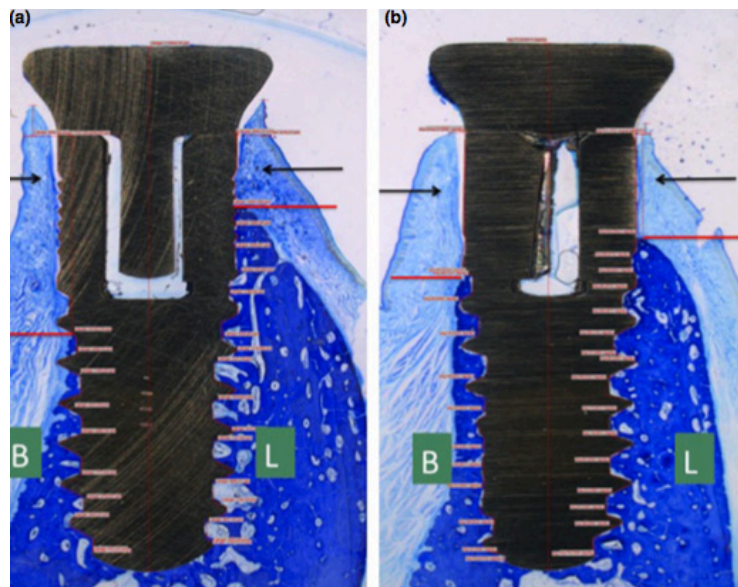


Figura 18. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición crestal a las 8 semanas. Las flechas rojas muestran el primer contacto de hueso implante la cresta de hueso; las flechas negras muestran la barrera del epitelio. *Acid fuchsine y toluidine blue staining. (X10 magnification).*

En el grupo subcrestal (grupo test)

(e) La sección Buco-lingual después de 8 semanas en el grupo subcrestal en Blue Sky[®]. El hueso recién formado de la región crestal alcanza hasta el borde de la región con microroscas en el aspecto bucal y alcanza toda la región de microroscas en el aspecto lingual.

(f) La sección Buco-lingual después de 8 semanas en el grupo subcrestal en Sky Classic[®]. El margen de la mucosa periimplantaria esta localizado apicalmente al hombro pulido del implante. La cresta de hueso expone la nueva formación de hueso en el cuello pulido del implante tanto a nivel bucal como a nivel lingual.

(Figura 19)

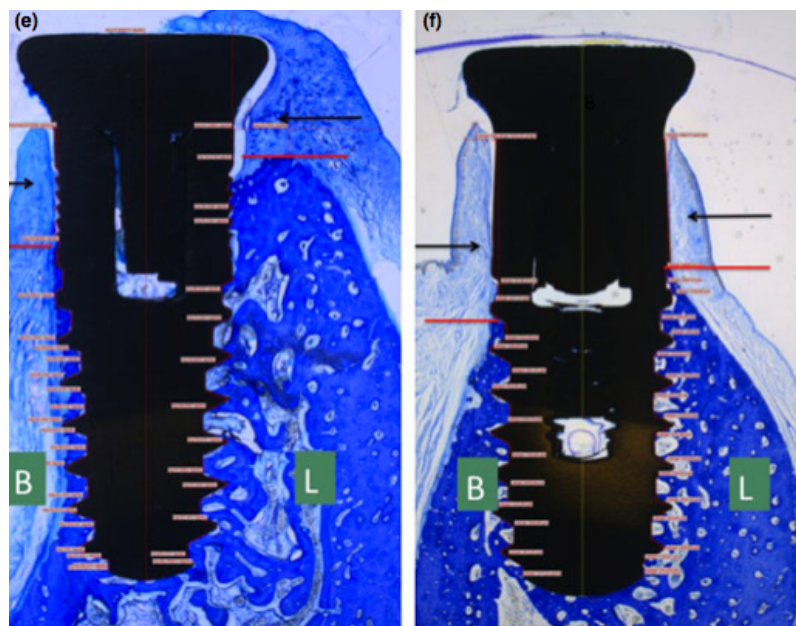


Figura 19. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición subcrestal a las 8 semanas. Flechas rojas muestran el primer contacto de hueso-implante; las flechas negras muestran la barrera del epitelio. *Acid fuchsin and toluidine blue staining. (X10 magnification).*

En el Diseño de Implante. Implantes Sky Classic® (Grupo Control)

La mucosa periimplantaria esta localizada ligeramente coronal al hombro del implante y esta cubierta por un epitelio queratinizado continuo. El hueso crestal exhibe una nueva formación cerca del cuello pulido de titanio del implante tanto en el aspecto bucal como lingual.

En el Diseño de Implante. Implantes Blue Sky® (Grupo test)

Se observa que en la parte apical de las microroscas se ocupa de nuevo hueso, hueso formándose rodeando las estructuras vasculares, el epitelio es continuo y delgado con células inflamatorias dispersas.

En el aditamento de cicatrización Cóncavo-recto (Grupo control) y en aditamento de cicatrización Anatómico (Grupo test)

Una característica común era un epitelio de unión largo, observado en todas las muestras evaluadas. Ningún contacto directo de tejido conectivo con las superficies del aditamento fue observado. Los espacios entre aditamentos y tejidos blandos eran similares en ambos grupos. En ambos grupos (el grupo test y el grupo de control) la parte marginal de hueso lingual y bucal experimentó la reabsorción vertical con la migración del tejido conectivo. La mucosa periimplantaria en este intervalo fue cubierta de un epitelio queratinizado con una anchura continua sana que mantiene los tejidos blandos. **(Figura 20)**

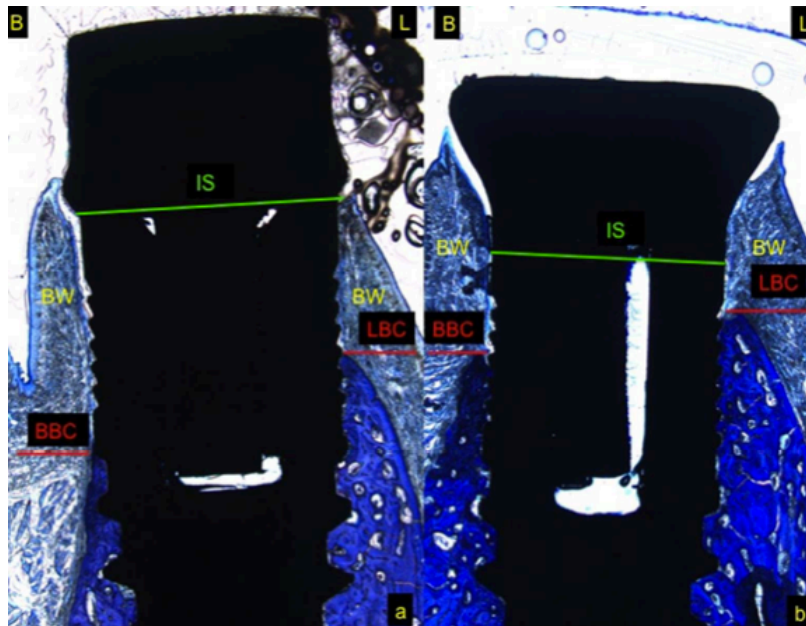


Figura 20. Imagen de la vista histológica de los grupos de estudio de aditamentos en ocho semanas: (a) grupo control “aditamento Recto-Cóncavo”; (b) grupo test “aditamento Anatómico”. Observamos que el margen de la mucosa periimplantaria esta más coronal en el grupo test que en grupo control. $254 \times 190 \text{mm}$ (72 x 72 DPI)

4.1.2 Resultados a las 12 semanas:

En el grupo crestal (grupo control)

(c) La sección Buco-lingual después de 12 semanas en el grupo crestal en Blue Sky[®]. En la dirección apical, el tejido conectivo es delgado y continuo con células inflamatorias dispersadas. El hueso recién formado en la región crestal está cerca de la segunda rosca sobre el aspecto bucal y la primera rosca sobre el aspecto lingual.

(d) La Sección Buco-lingual después de 12 semanas en el grupo crestal en implantes Sky Classic[®]. Se observa mucha más pérdida ósea a nivel bucal que a nivel lingual. **(Figura 21)**

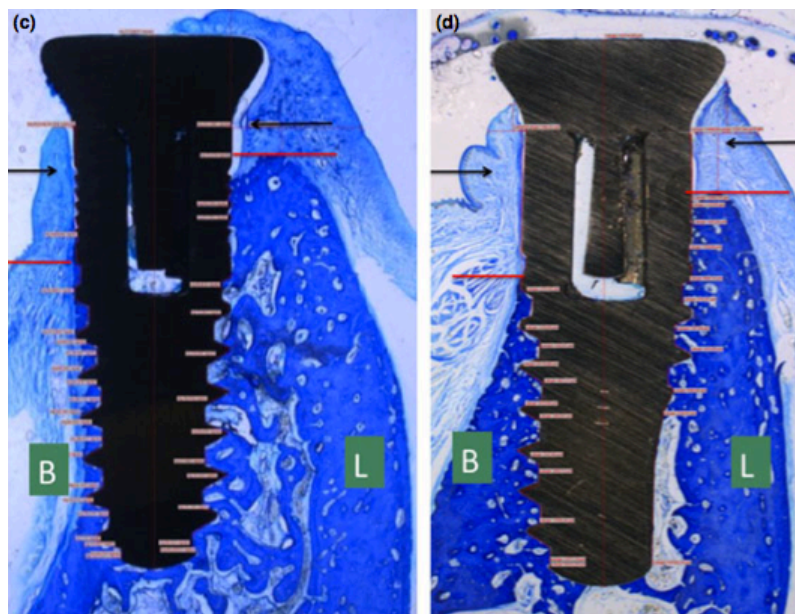


Figura 21. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición crestal a las 12 semanas. Flechas rojas muestran el primer contacto de hueso-implante; las flechas negras muestran la barrera del epitelio. *Acid fuchsine y toluidine blue staining. (X10 magnification).*

En el grupo subcrestal (grupo test)

(g) La sección Buco-lingual después de 12 semanas en el grupo subcrestal en Blue-Sky[®]. El margen de la mucosa periimplantaria esta localizado ligeramente apical al hombro del implante y esta por debajo de la segunda microrosca del implante. El hueso ofrece signos de estar remodelándose. En el aspecto lingual del implante puede ser observado el nuevo hueso formado cubriendo todas las microroscas. En la cresta bucal se observa menos reabsorción que el grupo crestal. En el aspecto Lingual, el primer contacto de hueso-implante(BIC) esta localizado casi encima de las parte de las microroscas.

(h) La sección Buco-lingual después de 12 semanas en el grupo subcrestal en Sky Classic[®]. El margen de la mucosa periimplantaria en el aspecto bucal esta localizado al nivel del cuello pulido del implante. En el aspecto bucal, la cresta de hueso, en el borde inferior del cuello pulido, expone los signos de reabsorción, mientras la cresta de hueso lingual alcanza la mitad del cuello pulido. **(Figura 22)**

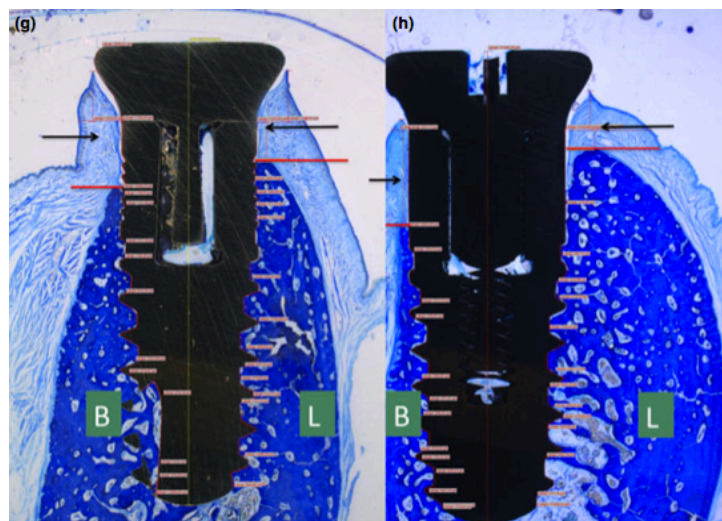


Figura 22. Imagen de la sección buco-lingual de los implantes en posición subcrestal a las 12 semanas. Flechas rojas muestran el primer contacto de hueso-implante; las flechas negras muestran la barrera del epitelio. *Acid fuchsine y toluidine blue staining. (X10 magnification).*

En el Diseño de Implante. Implantes Sky Classic[®](Grupo Control)

La mucosa periimplantaria esta localizada ligeramente coronal al hombro del implante y esta cubierta por un epitelio queratinizado continuo. Se observa mayor reabsorción de la pared bucal que de la pared lingual, las paredes óseas bucales son más delgadas que las paredes óseas linguales. **(Figura 23)**

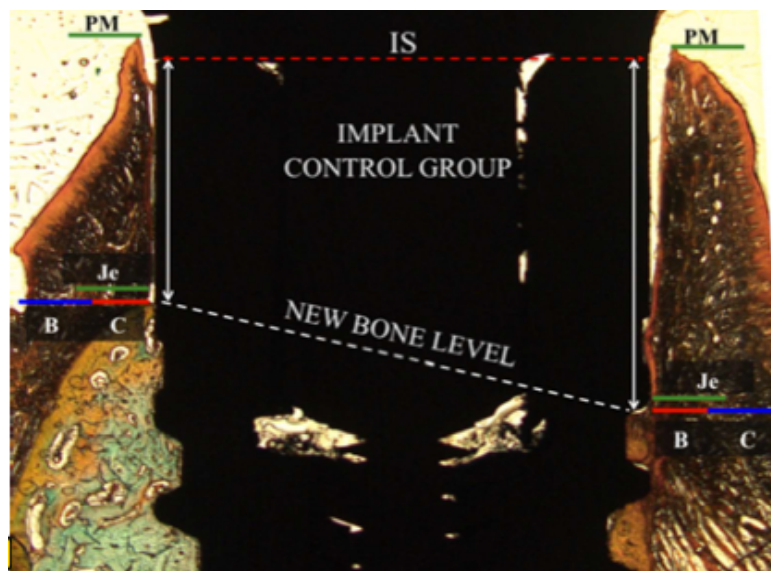


Figura 23. Sección buco-lingual de un implante Sky Classic[®] a las 12 semanas. *Masson Trichrome Staining. 5X Magnification 225x170mm (72 x 72 DPI)*

En el Diseño de Implante. Implantes Blue Sky[®] (Grupo test)

En el aspecto lingual y bucal se observan signos de remodelado óseo, la mucosa periimplantaria se observa coronal al hombro del implante, el nuevo hueso formado se observa cubriendo las microroscas. Mayor reabsorción ósea de la pared lingual que de la pared bucal. **(Figura 24)**

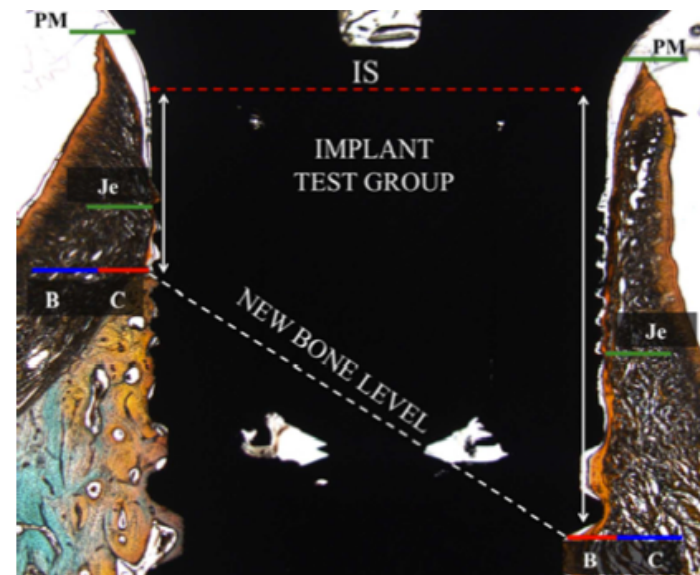


Figura 24. Sección buco-lingual de un implante Blue Sky[®] a las 12 semanas. *Masson Trichrome Staining. 5X Magnification 225x170mm (72 x 72 DPI)*

RESULTADOS

En el aditamento de cicatrización Cóncavo-recto (Grupo control) y en aditamento de cicatrización Anatómico(Grupo test)

En 12 semanas, se observa más reabsorción ósea bucal que lingual. El margen de la mucosa periimplantaria tanto en el bucal como en lingual fue localizada a una distancia corta del hombro del implante en el grupo Control. El epitelio en este intervalo es largo, continuo y denso, bien organizado, prácticamente sin infiltrado de células inflamatorias. La zona de tejido conectivo es más larga en el aspecto bucal en ambos grupos. **(Figura 25)**



Figura 25. Imagen de la vista histológica de los grupos de estudio de aditamentos en doce semanas: (a) grupo control "aditamento Recto-Cóncavo"; (b) grupo test "aditamento Anatómico". Observamos que el margen de la mucosa periimplantaria esta más coronal en el grupo test que en grupo control. $254 \times 190 \text{mm}$ (72 x 72 DPI)

4.2 Análisis histomorfométrico

4.2.1 En implantes colocados crestalmente (grupo control) y subcrestalmente (Grupo test)

La variable B-L mostró resultados similares tanto a las 8 y 12 semanas en el grupo control y el grupo test. No fue significativa.

La distancia del hombro del implante (parte más superior del implante) y el primer BIC (*f* BIC) en bucal (IS-Bc) y lingual (IS-Lc) fue representativa del tamaño del defecto óseo en sentido vertical. Los valores de IS-Lc y IS-Bc fueron menores para el grupo subcrestal a las 8 y 12 semanas encontrándose diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás grupos ($p < 0.05$). (**Tabla 1**)

Colocación del implante	B-L (mm) + SD	IS-B (mm) + SD	IS-Bc (mm) +SD	IS-L (mm) +SD	IS-Lc (mm)+SD
Crestal (8 semanas)	0.85 ± 0.1	1.21 ± 0.2	1.69 ± 0.8	0.42 ± 0.2	1.69± 0.2
Subcrestal (8 semanas)	0.83 ± 0.8	1.28 ± 0.3	1.64 ± 0.7	0.71 ± 0.5	1.45 ± 0.2
Crestal (12 semanas)	0.95 ± 0.2	1.72 ± 0.1	1.79 ± 0.3	0.89 ± 0.6	1.79 ± 0.1
Subcrestal (12 semanas)	0.93 ± 0.3	0.79 ± 0.4	0.89 ± 0.5	0.81 ± 0.4	1.74± 0.3

Tabla 1. Valores de las variables **B-L**(distancia entre la cresta ósea bucal y la cresta ósea lingual); **IS-B** (distancia del hombro del implante a la cresta ósea bucal); **IS-Bc**(distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado bucal (*f* BIC)); **IS-L**(distancia del hombro del implante a la cresta ósea lingual) y **IS-Lc**(distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado lingual (*f* BIC)). media en mm ± SD (desviación estándar). Resultados con significación estadística ($p < 0.05$).

RESULTADOS

En relación a los valores de BIC total y los valores medios de BIC bucal y BIC lingual, todos fueron mayores para los implantes colocados subcrestales, a las 8 y 12 semanas, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

(Tablas. 2, 3 y 4)

	Grupo crestal		Grupo subcrestal	
	mean values (%) +SD	p value	mean values (%) +SD	p value
8 semanas	46.22 ± 4.29	0.0732	49.72 ± 2.21	0.0921
12 semanas	41.54 ± 3.87	0.0863	56.87 ± 3.46	0.4321

Tabla 2. Valores medios de BIC total a las 8 y 12 semanas (SD: desviación estándar).

	Grupo crestal		Grupo subcrestal	
	mean values (%) +SD	p value	mean values (%) +SD	p value
8 semanas	39.61 ± 13.42	0.0327	48.87 ± 10.98	0.1623
12 semanas	41.45 ± 11.23	0.0453	42.65 ± 10.83	0.2012

Tabla 3. Valores medios de BIC bucal a las 8 y 12 semanas. (SD: desviación estándar).

	Grupo crestal		Grupo subcrestal	
	mean values (%) +SD	p value	mean values (%) +SD	p value
8 semanas	43.54 ± 10.22	0.0635	56.33 ± 10.72	0.0764
12 semanas	48.68 ± 11.22	0.0821	61.43 ± 11.62	0.4356

Tabla 4. Valores medios de BIC lingual a las 8 y 12 semanas. (SD: desviación estándar).

4.2.2 En implantes Sky Classic ®(grupo control) y Implantes Blue Sky®(Grupo test)

La variable PM-C (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante) y la variable Je-C (distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante) no fueron estadísticamente significativas a las 8 y 12 semanas.

La distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio (PM-Je) fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), siendo menor tanto en el aspecto bucal y lingual en los implantes Blue Sky® (Grupo test), a las 8 y 12 semanas. **(Tablas. 5 y 6)**

8 semanas	Sky Classic ®				Blue Sky ®			
	Bucal	p value	Lingual	p value	Bucal	p value	Lingual	p value
PM-C	3.30 ± 0.53	0.32	2.98 ± 0.58	0.26	2.97 ± 0.58	0.17	2.86 ± 0.53	0.14
PM-Je	1.59 ± 0.61	0.21	1.83 ± 0.57	0.04*	1.43 ± 0.52	0.16	1.18 ± 0.64	0.03*
Je-C	1.33 ± 0.38	0.37	1.10 ± 0.34	0.31	1.20 ± 0.35	0.24	1.16 ± 0.49	0.22

Tabla 5. Medidas histométricas de los tejidos blandos periimplantarios a las 8 semanas. **PM-C** (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante); **PM-Je** (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio) y **Je-C** (distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante).*: Resultado con significación estadística ($p < 0.05$).

RESULTADOS

8 semanas	Sky Classic [®]				Blue Sky [®]			
	Bucal	p value	Lingual	p value	Bucal	p value	Lingual	p value
PM-C	3.44 ± 0.47	0.24	3.22 ± 0.49	0.34	2.99 ± 0.53	0.45	2.96 ± 0.55	0.217
PM-Je	1.62 ± 0.49	0.32	1.84 ± 0.53	0.03*	1.44 ± 0.53	0.79	1.18 ± 0.68	0.01*
Je-C	1.35 ± 0.33	0.54	1.11 ± 0.42	0.34	1.21 ± 0.44	0.42	1.19 ± 0.51	0.216

Tabla 6. Medidas histométricas de los tejidos blandos periimplantarios a las 12 semanas. **PM-C** (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante); **PM-Je** (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio) y **Je-C** (distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante).*: Resultado con significación estadística ($p < 0.05$).

La variable IS-B (distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso crestral) fue significativamente estadística ($p < 0.05$), tanto en el aspecto bucal y lingual a las 8 semanas, teniendo menores resultados en los implantes Blue Sky[®] (Grupo test). A las 12 semanas solo fue estadísticamente significativa en la pared Bucal de la cresta ósea, teniendo menores resultados en los implantes Blue Sky[®] (grupo test).

La variable IS-C (distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante) fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), en el aspecto bucal y lingual a las 8 semanas, siendo menor en los implantes Blue Sky[®] (grupo test). A las 12 semanas fue significativa en el aspecto bucal siendo menor para los implantes Blue Sky[®] (grupo test). **(Tablas. 7 y 8)**

8 semanas	Sky Classic®				Blue Sky®			
	Bucal	p value	Lingual	p value	Bucal	p value	Lingual	p value
IS-B	2.32 ± 0.36	0.04*	1.66 ± 0.20	0.01*	1.92 ± 0.35	0.01*	1.11 ± 0.65	0.04*
IS-C	2.62 ± 0.38	0.03*	2.23 ± 0.27	0.02*	1.98 ± 0.34	0.03*	1.48 ± 0.46	0.03*

Tabla 7. Medidas histométricas de los tejidos duros periimplantarios a las 8 semanas. **IS-B** (distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso cresta) y **IS-C** (distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante).*: Resultado con significación estadística (p<0.05).

12 semanas	Sky Classic®				Blue Sky®			
	Bucal	p value	Lingual	p value	Bucal	p value	Lingual	p value
IS-B	2.39 ± 0.33	0.04*	1.72 ± 0.22	0.23	1.98 ± 0.34	0.02*	1.23 ± 0.52	0.128
IS-C	2.69 ± 0.37	0.02*	2.31 ± 0.30	0.24	2.03 ± 0.35	0.03*	1.55 ± 0.56	0.04*

Tabla 8. Medidas histométricas de los tejidos duros periimplantarios a las 12 semanas. **IS-B** (distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso cresta) y **IS-C** (distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante).*: Resultado con significación estadística (p<0.05).

4.2.2 En aditamento Cóncavo-recto (Grupo control) y aditamento Anatómico (Grupo test)

La variable PM-C (distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante) no fue estadísticamente significativa a las 8 y 12 semanas.

La variable Je-C (distancia de la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante) que representa la porción más apical del ancho biológico, con tejido conectivo en contacto con la superficie del implante, fue mayor en los aditamentos anatómicos (grupo test) a las 8 y 12 semanas, siendo estadísticamente significativo. ($p < 0.05$).

La distancia del punto más alto de la mucosa perimplantaria a la parte más apical del epitelio (PM-Je), que respresenta la profundidad del surco periimplantario fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), siendo menor tanto en el aspecto bucal y lingual en los aditamentos anatómicos (grupo test), a las 8 y 12 semanas.

Las variables IS-C (distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante) fué estadísticamente significativa en el aspecto lingual siendo menor en el aditamento anatómico (Grupo test). **(Tablas. 9 y 10)**

	IS-B (mm) + SD		IS-C (mm) + SD		PM-C (mm) + SD		PM-Je (mm) + SD		Je-C (mm) + SD	
	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual
8 semanas	2.12 ± 0.14	1.66 ± 0.18	2.62 ± 0.38	2.11 ± 0.17	2.98 ± 0.53	2.80 ± 0.58	1.59 ± 0.61	1.80 ± 0.57	1.20 ± 0.58	1.15 ± 0.24
12 semanas	2.28 ± 0.33	1.71 ± 0.12	2.56 ± 0.37	2.21 ± 0.19	3.00 ± 0.17	2.90 ± 0.39	1.70 ± 0.49	1.90 ± 0.53	1.20 ± 0.33	1.12 ± 0.42
P value	0.06528	0.09865	0.15417	0.01871	0.23479	0.25789	0.03678	0.03985	0.02517	0.03243

Tabla 9. Medidas histométricas de los tejidos blandos y duros periimplantarios a las 8 y 12 semanas, del grupo CONTROL (aditamentos recto-cóncavos). **PM-C**(distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante); **PM-Je**(distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio); **Je-C**(distancia d la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante). **IS-B**(distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso crestal) y **IS-C**(distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante). Resultado con significación estadística ($p < 0.05$).

	IS-B (mm) + SD		IS-C (mm) + SD		PM-C (mm) + SD		PM-Je (mm) + SD		Je-C (mm) + SD	
	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual	Bucal	Lingual
8 semanas	2.10 ± 0.14	1.11 ± 0.65	2.56 ± 0.34	1.48 ± 0.46	3.30 ± 0.58	2.98 ± 0.53	1.40 ± 0.52	1.18 ± 0.54	1.32 ± 0.35	1.40 ± 0.49
12 semanas	2.18 ± 0.34	1.23 ± 0.52	2.50 ± 0.35	1.55 ± 0.56	3.50 ± 0.53	3.2 ± 0.55	1.40 ± 0.53	1.18 ± 0.68	1.40 ± 0.44	1.20 ± 0.51
P value	0.07438	0.08732	0.14321	0.01237	0.17832	0.67521	0.03598	0.03456	0.03457	0.02514

Tabla 10. Medidas histométricas de los tejidos blandos y duros periimplantarios a las 8 y 12 semanas, del grupo TEST (aditamentos anatómicos). **PM-C**(distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria al primer contacto hueso-implante); **PM-Je**(distancia del punto más alto de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio); **Je-C**(distancia d la parte más apical del epitelio al primer contacto hueso-implante). **IS-B**(distancia del hombro del implante al punto más alto del hueso crestal) y **IS-C**(distancia del hombro del implante al primer contacto hueso-implante). Resultado con significación estadística ($p < 0.05$).

5.DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

El modelo de estudios experimentales en perros ha sido usado múltiples investigaciones, investigando la respuesta del hueso a implantes colocados en defectos de extracción simulados o reales (**Araújo y Lindhe 2005; Calvo-Guirado y cols. 2011a**), mientras que los estudios humanos histológicos han sido limitados con informes de casos (**Wilson y Higginbottom 1998; Wilson y cols. 2003**). Hay pruebas fuertes histológicas para mostrar el éxito de la regeneración de hueso y la integración de hueso recién formado cuando los implantes son colocados en un alvéolo cicatrizado (**Warrer y cols. 1991**), el empleo implante inmediatos tras la extracción dental pueden estar basados en otras investigaciones (**Jung y cols. 2008; Botticelli y cols. 2005, 2006**).

Botticelli y cols (2004) concluyeron que el gap restante tras la colocación de un implante inmediato va a desaparecer como combinación de dos factores: la formación de nuevo hueso en el interior del defecto y la reabsorción desde el exterior de la cresta, la inserción inmediata de implantes no evita la reabsorción ósea, como se produjo en nuestra investigación. **Caneva y cols. (2010)** corroboran estos resultados, que la inserción de implantes inmediatos postexodoncia no previene la reabsorción ósea.

En el presente estudio se muestran alteraciones de los tejidos duros, mostró alteraciones marcadas durante las 12 semanas en el período de curación después de las extracciones dentales y la colocación de los implantes inmediatos, que afectó tanto a los aspectos del hueso bucal como a los aspectos del hueso lingual.

La reabsorción del hueso crestal bucal fue más pronunciada; esto se corrobora en diferentes investigaciones de perros anteriores a la nuestra. (*Spray y cols. 2000; Araújo y Lindhe 2005; Araújo y cols. 2005; Cardaropoli y cols. 2006; Calvo-Guirado y cols. 2010; 2011b*)

5.1 Posición del implante en sentido vertical

En los últimos años en múltiples estudios han investigado la reabsorción de hueso colocados crestalmente o subcrestalmente, según un estudio de **Degidi y cols (2011)** observaron que los implantes subcrestales (1,5-3 mm) permiten obtener mejores resultados estéticos en lo que se refiere al perfil de emergencia. En otro estudio **Negri y cols (2012)** consistente en perros Beagle, a los cuales se colocaron implantes de forma aleatorizada inmediatos postextracción, unos en posición crestal y otros en posición subcrestal, se evalúa la distancia del hombro del implante al primer BIC, para medir el defecto óseo vertical. Se observan mejores resultados en los implantes colocados subcrestalmente, lo cuál coincide con nuestros resultados.

Un estudio de **Barros y cols. (2008)** en el cuál fue evaluada la remodelación ósea alrededor de implantes adyacentes con conexión de cono morse colocados a distinta profundidad en relación a la cresta ósea (crestal ó 1.5 mm subcrestal). Los índices del grupo subcrestal en cuanto a reabsorción de la cresta ósea fueron significativamente menores que los del grupo crestal. Además, la reabsorción vertical del hueso alrededor de los implantes también fue numéricamente inferior en el grupo subcrestal aunque no significativa, lo cuál corrobora con otros estudios y coincide con nuestro estudio.

Huang y cols. (2012), en un ensayo clínico multivariable, evaluó la influencia de la colocación del implante en dos tipos de conexión del implante al aditamento (IAI), colocados crestalmente y subcrestales, observando que las diferentes conexiones internas del aditamento al implante no tenían influencia en la reabsorción ósea y que la posición del implante en sentido apico-coronal sí tenía influencia observando mejores resultados en una posición subcrestal del implante.

El presente estudio reveló una reabsorción del hueso crestral mayor en el aspecto lingual cuando los implantes fueron colocados a nivel crestral. Cuando los implantes fueron colocados subcrestales, el Lc y el Bc mostraron menos reabsorción. Esto viene corroborado con los resultados de estudios anteriores (**Weng y cols. 2008; Pontes y cols. 2008**).

Clínicamente, los implantes normalmente son colocados en posición crestral. La colocación de implantes subcrestales puede ser utilizada en áreas estéticas, donde se ha sugerido que los implantes deberían ser colocados subcrestales para reducir al mínimo el riesgo de exposición metálica y tener espacio suficiente para el perfil de emergencia y el espacio interoclusal (**Buser y cols. 2007; Negri y cols. 2012a, b**). De este modo, la posición de un implante subcrestal también puede proporcionar una ventaja facilitando el contacto de hueso-implante más temprano en el cuello del implante.

Los resultados de nuestro estudio pueden sugerir una colocación subcrestal de los implantes, lo cuál va a generar un BIC más temprano a nivel del cuello del implante.

5.2 Diseño del implante

La propuesta de este estudio fue comparar los diferentes diseños de implantes con las mismas dimensiones (4x10 mm), con el mismo tratamiento de superficie y la misma configuración de roscas, pero diferentes configuraciones a nivel del cuello del implante. Se quieren analizar las respuestas en los tejidos blandos y duros alrededor de estos implantes.

En nuestro estudio la parte más alta de la mucosa periimplantaria se encuentra coronal al microgap (unión entre el hombro del implante y el aditamento roscado) probablemente causa por la inserción de los implantes que tienen una superficie adicional para el establecimiento del ancho biológico. Esto lo corrobora el estudio de **Cochran y cols. (2013)**, en el cuál se insertaron implantes inmediatos postextracción 1mm arriba y 1 mm debajo de la cresta alveolar, con y sin platform switching, ellos observaron que en los implantes colocados 1 mm subcrestales y con platform switching, los tejidos blandos estaban coronales al microgap a las 12 semanas, la explicación fue el paltform switching que proporcionaba una superficie para establecimiento de la anchura biológica.

Nuestro estudio presenta alteraciones en los tejidos duros a las 8 y 12 semanas, que afecta a la pared bucal y lingual, habiendo reabsorción crestal corroborando otros estudios (**Calvo- Guirado y cols. 2013**).

La cicatrización general alrededor de los implantes puede estar bajo la influencia de los cuatro factores siguientes: (i) propiedades Fisicoquímicas del material del implante, (ii) propiedades mecánicas del implante, (iii) topografía superficial del material, la macrotopografía y la microtopografía y la forma de la pared y el diseño del implante (**Wallboomers y Jansen 2001**). Un largo número de estudios han demostrado que el diseño del implante influye en la reabsorción ósea y que el diseño del cuello también influye (**Lee y cols 2007; Negri y cols. 2012; Shin y cols 2010**). En el estudio presente se tienen mejores resultados cuando el implante tiene un diseño de microroscas a nivel del cuello del implante, resultados similares a otros otro estudios (**Shin y cols. 2010; Negri y cols. 2012; Nickening y cols. 2009**).

Nickeling y cols (2009), en un estudio clínico, analizaron el hueso marginal mesial y distal mediante radiografías, en implantes con un cuello mecanizado y en implantes con un cuello con microroscas, vieron que los implantes tratados con microroscas a nivel de su cuello disminuían la pérdida ósea, resultados que coinciden con nuestro estudio.

Se puede sugerir que implantes con un diseño de microroscas a nivel de su parte coronal, pueden prevenir la reabsorción ósea (**Hürzeler y cols 2007**) y que pueden

facilitar la inserción de tejidos blandos y duros y así prevenir una exposición del metal en áreas estéticas (*Alomrani y cols. 2005*).

5.3 Diseño del aditamento de cicatrización

La propuesta de este estudio es comparar los diferentes aditamentos de cicatrización dependiendo de su geometría y su influencia en tejidos blandos y duros.

El procedimiento de múltiples extracciones de raíces es más agresivo que la preservación de raíces al lado de la zona de implantación, a parte de tener un aumento del trauma quirúrgico. Para neutralizar los efectos de múltiples extracciones una tapa sumamente conservadora y un cierre primario alrededor de los aditamentos es adecuado al final del procedimiento (*Favero y cols. 2013*).

La extracción de dientes y colocación de implantes inmediatos causa alteraciones en la pared bucal así como gaps en sentido horizontal y vertical entre el implante y el hueso (*Sanz y cols. 2010*). El estudio presente mostró alteraciones de tejidos blandos durante las 12 semanas, en los implantes inmediatos tanto en el aspecto bucal como lingual. La pérdida de hueso y modificaciones de tejido blandos que ocurren después de la extracción pueden comprometer la opción de elección del implante (diseño/tipo) como los resultados estéticos y funcionales (*Tran y cols. 2010*). La reabsorción del aspecto bucal fue más pronunciada después de la colocación del implante esto corrobora conclusiones relatadas en experimentos de

perros anteriores (*Araújo y Lindhe. 2005; Araújo y cols. 2005; Calvo-Guirado y cols. 2010*). En nuestro estudio observamos corroborando lo anteriormente mencionado, más reabsorción a nivel bucal.

Berberi y cols. (2014) describió la colocación de aditamentos de cicatrización en el tiempo de colocación del implante en implantes postextracción para reducir la pérdida ósea. Sin embargo esta conclusión está en discrepancia con otro estudio que indica que los implantes que recibieron un aditamento de cicatrización en el momento de colocación del implante expusieron la pérdida de hueso mínima marginal y que era similar a los implantes a los cuales se atornillaban aditamentos dos veces (*Koutouzis y cols. 2013*). También otros estudios relatan que la topografía del aditamento de cicatrización no consigue una influencia en tejidos blandos, sin aumentar la inflamación alrededor de IAJ. (*Zitzman y cols. 2002; Huang y cols. 2014*).

En un estudio clínico **Delgado-Ruiz y cols. (2014)** comparó dos aditamentos diferentes, y si la geometría de los aditamentos podría modificar el tejido blando, el contacto de tejido conectivo, el grosor, la densidad y características de orientación de las fibras del tejido, usando una nueva técnica metodológica bajo una luz circular polarizada. En este estudio dos diseños de aditamentos de cicatrización con geometría diferente fueron probados, esperando que los tejidos y blandos variarían según el tipo de aditamento, y esto demostró ser el caso. Así como en nuestro estudio.

La distancia de la parte más alta de la mucosa periimplantaria a la porción más apical del epitelio (PM-Je) que representa el surco periimplantario, fue menor en el grupo test (aditamentos con un diseño anatómico) en 8 y 12 semanas, implantes con un aditamento de cicatrización más amplio, similares a la forma anatómica de dientes, por lo tanto tienen menos inflamación, y menos infiltrado inflamatorio resultando una menor pérdida ósea (1,5-2mm) (**Berglundh y Lindhe. 1996; Abrahamsson y cols. 1996**). También, pueden tener una influencia en la acumulación de placa, la acumulación de placa sobre la parte marginal de los aditamentos resulta en una respuesta inflamatoria de la mucosa periimplantaria (**Berglundh y cols. 1992; Ericsson y cols. 1992; Abrahamsson y cols. 1998**) y por consiguiente menor lesión inflamatoria.

El Je-C, la distancia de la parte apical del epitelio al primer contacto de hueso-implante que representa la mayor parte del ancho biológico proveída de fibras de tejido conectivo en contacto con el implante de titanio, esta medida en 8 y 12 semanas en el grupo test (aditamento anatómico) fue mayor. Por lo tanto los aditamentos tenían más fibras de tejido en contacto con la superficie de titanio, y el tejido por lo tanto forma un aro protector alrededor del implante o del aditamento, y se puede esperar que el mayor contacto de tejido conectivo dará una mayor resistencia a las fuerzas de la masticación (**Goktas y cols. 2011**).

La distancia del hombro de implante al primer contacto de hueso-implante en el aspecto lingual (IS-C) tiene menos reabsorción en el grupo test (aditamentos anatómicos) en 8 y 12 semanas, implantes con más amplios aditamentos, porque tienen más fibras de tejido conectivo en contacto con el aditamento o la superficie del implante de titanio y por consiguiente mayor protección alrededor de la implante o del aditamento, y tienen menos distancia de la parte más superior de la mucosa periimplantaria a la parte más apical del epitelio, que protege del infiltrado inflamatorio causando menos reabsorción ósea (**Berglundh y Lindhe. 1996**).

En nuestro estudio experimental los diferentes diseños de aditamentos de cicatrización tienen una influencia importante en los tejidos duros y blandos.

Aparentemente el uso de aditamentos anatómicos de cicatrización pueden dar más rigidez a los tejidos blandos protegiendo el hueso crestal y disminuyendo su reabsorción comparados con aditamentos rectos-cóncavos de cicatrización.

5.4 Significación clínica del estudio

A la hora de elaborar un protocolo clínico para la colocación de implantes inmediatos, deben ponderarse los beneficios que puede ofrecer la posición del implante en sentido vertical, el diseño del implante a nivel del cuello del mismo y la utilización de un diseño de aditamento de cicatrización inmediato.

Clínicamente, los implantes deberían colocarse a nivel crestal tanto en protocolos sumergidos como no sumergidos. La colocación subcrestal podría ser utilizada como un recurso válido en áreas con compromiso estético. En dichas zonas, se ha sugerido por varios autores que la colocación subcrestal podría minimizar el indeseado riesgo de exposición del metal y permitir el establecimiento de una anchura biológica suficiente para confeccionar un adecuado perfil de emergencia (**Palacci 2001; Palacci y Ericson 2001; Buser y cols. 2007**). Por otra parte, la colocación subcrestal del implante por las anteriormente mencionadas razones estéticas, podría presentar una ventaja al facilitar una temprana formación de contacto-hueso-implante en la zona marginal del cuello del mismo (**Tran y cols. 2010**).

Clínicamente, se puede sugerir la colocación de implantes con un diseño de microroscas en su parte coronal porque pueden prevenir la reabsorción ósea (**Hürzeler y cols 2007**) al facilitar la inserción de tejidos blandos y duros y así prevenir una exposición del metal en áreas estéticas (**Alomrani y cols. 2005**).

Clínicamente se puede sugerir la colocación de un aditamento de cicatrización inmediato con una forma anatómica porque tienen más fibras de tejido conectivo en contacto con el aditamento o la superficie del implante de titanio y por consiguiente mayor protección alrededor del implante o del aditamento, que protege del infiltrado inflamatorio causando menor reabsorción ósea (**Berglundh y Lindhe. 1996**).

5.CONCLUSIÓN

6.CONCLUSIÓN

Las conclusiones de nuestro estudio fueron:

- Con la colocación de implantes 2 mm subcrestales en sentido vertical, en vez de en una posición crestal, podemos esperar menos reabsorción ósea, y más contacto de hueso con el implante, en colocación de implantes inmediatos post-extracción.

- El diseño a nivel del cuello del implante puede influir en la reabsorción ósea y en la predisposición de los tejidos blandos, siendo mejor un diseño con microroscas en la parte cervical del implante.

- La utilización de un aditamento de cicatrización con diseño anatómico en implantes inmediatos post-extracción protege tejidos blandos y duros, pudiendo producir menos reabsorción ósea y mayor rígidez de la mucosa periimplantaria.

7.REFERENCIAS

7.REFERENCIAS

Abrahamsson I, Berglundh T, Moon IS, Lindhe J. Peri-implant tissues at submerged and non-submerged titanium implants. *J Clin Periodontol* 1999;26:600-607.

Abrahamsson I, Zitzmann NU, Berglundh T, Wennerberg A, Lindhe J. Bone and soft tissue integration to titanium implants with different surface topography: an experimental study in the dog. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:323-332.

Abrahamsson I, Cardaropoli G. Peri-implant hard and soft tissue integration to dental implants made of titanium and gold. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:269-274.

Abrahamsson I, Albouy JP, Berglundh T. Healing at fluoride-modified implants placed in wide marginal defects: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:153-159.

Adell,R.,Lekholm,U.,Rockler,B.&Branemark,P.I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int Journal of Oral Surg* 1981;10: 387–416.

Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-170.

Araujo, M, Lindhe, J. The Edentulous Alveolar Ridge. In Lindhe, J; Karring, T; Lang, NP; editors: *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, 5th Edition. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2003: 53-63.

Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212-218.

Araújo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645-652.

REFERENCIAS

Araújo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:615-624.

Araújo MG, Wennstrom JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:606-614.

Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:545-549.

Alomrani, A.N., Hermann, J.S., Jones, A.A., Buser, D., Schoolfield, J. & Cochran, D.L. The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: a radiographic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20: 677–686.

Barros RRM, Novaes AB Jr., Muglia VA, Iezzi G, Piattelli A. Influence of interimplant distances and placement depth on peri-implant bone remodeling of adjacent and immediately loaded Morse cone connection implants: a histomorphometric study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2009;21:371-378.

Barros RRM, Novaes AB Jr, Papapelxiou V. Buccal bone remodeling after immediate implantation with a flap or flapless approach. A pilot study in dogs. *Titanium* 2009;1:45-51.

Berberi AN, Tehini GE, Noujeim ZF, Khairallah AA, Abousehlib MN, Salameh ZA Influence of Surgical and Prosthetic Techniques on Marginal Bone Loss around Titanium Implants. Part I: Immediate Loading in Fresh Extraction Sockets. *J Prosthodont* 2014 : Apr 18. doi: 10.1111/jopr.12153.

Beganzi F, Lang NP, Caroprese M, Urbizo Velez J, Favero V, Botticelli D. Dimensional changes in soft tissues around dental implants following free gingival grafting: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2014: Oct 24. doi: 10.1111/clr.12280

Bengazi F, Botticelli D, Favero V, Perini A, Urbizo Velez J, Lang NP Influence of presence or absence of keratinized mucosa on the alveolar bony crest level as it relates to different buccal marginal bone thicknesses. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implant Res* 2014;Jul 29. doi: 10.1111/clr.12233.

Becker W, Dahlin C, Becker BE, Lekholm U, van Steenberghe D, Higuchi K, Kultje C. The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets: a prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1994;9(1):31-40.

Becker BE, Becker W, Ricci A, Geurs N. A prospective clinical trial of endosseous screw-shaped implants placed at the time of tooth extraction without augmentation. *J Periodontol* 1998;69:920-926.

Berglundh T, Abrahamsson I, Lang, NP, Lindhe J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:251-262.

Bornstein MM, Lussi A, Schmid B, Belser UC, Buser D. Early loading of nonsubmerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: 3-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:659-666.

Bornstein MM, Schmid B, Belser UC, Lussi A, Buser D. Early loading of nonsubmerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:631-638.

Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. Appositional bone formation in marginal defects at implants. *Clin. Oral Impl. Res* 2003;14:1-9.

Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. The influence of a biomaterial on the closure of a marginal hard tissue defect adjacent to implants. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:285–292.

Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Resolution of bone defects of varying dimension and configuration in the marginal portion of the peri-implant bone. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2004;31:309-317.

REFERENCIAS

Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820-828.

Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, Lindhe J. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:448-455.

Botticelli D, Persson LG, Lindhe J, Berglundh T. Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:351-358.

Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889-902.

Buser D, Hoffmann B, Bernard JP, Lussi A, Mettler D, Schenk RK. Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the mandible of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res*. 1998;9(3):137-50.

Buser D, Mericske-Stern R, Dula K, Lang NP. Clinical experience with one-stage, non-submerged dental implants. *Adv Den Res* 1999;13:153-161.

Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, Hoffmann B, Lussi A, Steinemann SG. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Den Res* 2004;83:529-533.

Buser D, Martin WC, Belser UC. Surgical considerations for single tooth replacements in the esthetic zone: standard procedures in sites without bone deficiencies. En: Belser UC, Martin W, Jung R, Hammerle CH, Schmid B, Morton D, Buser D, editors. *ITI Treatment Guide. Implant Placement in the Esthetic Zone. Single Tooth Replacements.* Berlin: Quintessence Publishing Company Ltd, 2007;26-37.

Buser D, Chen ST, Weber HP, Belser UC. Early implant placement following single-tooth extraction in the esthetic zone: biologic rationale and surgical procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:441-451.

Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1-132.

Branemark PI, Zarb G, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence; 1985.

Calvo-Guirado JL, Ortiz-Ruiz AJ, Negri B, López-Marí L, Rodríguez-Barba C, Schlottig F. Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:308–315.

Calvo-Guirado JL, Gómez-Moreno G, López-Marí L, Guardia J, Negri B, Martínez-González JM. Crestal bone loss evaluation in osseotite expanded platform implants: a 5-year study. *Clin Oral Implants Res* 2011a :22: 1409– 1414.

Calvo-Guirado JL, Mate-Sánchez J, Delgado-Ruiz R, Ramírez-Fernández MP, Cutando-Soriano A, Peña, M. (2011b) Effects of growth hormone on initial bone formation around dental implants: a dog study. *Clin Oral Implants Res* 2011b: 22: 587–593.

Calvo-Guirado JL, López-López PJ, Maté Sánchez de Val JE, Mareque-Bueno J, Delgado-Ruiz RA, Romanos GE. Influence of collar desing on peri-implant tissue healing around immediate implants. *Clin Oral Implants Res* 2014: Mar 31. doi: 10.1111/clr.12374

Caneva M, Botticelli D, Rossi F, Carvalho L, Pantani C, Lang NP. Influence of implants with different sizes and configurations installed immediately into extraction sockets on peri-implant hard and soft tissues: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 396–401.

Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Baffone G, Lang NP, Botticelli D. Influence of implant positioning in extraction sockets on osseointegration: histomorphometric analyses in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jan;21(1):43-9.

Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Bressan E, Botticelli D, Lang NP. Hard tissue formation adjacent to implants of various size and configuration immediately placed into extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2010;21(9):885-90.

REFERENCIAS

Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003;30:809-818.

Cardaropoli G, Araújo M, Hayacibara R, Sukekava F, Lindhe J. Healing of extraction sockets and surgically produced - augmented and non-augmented - defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:435-440.

Cho HW, Dong JK, Jin TH, Oh SC, Lee HH, Lee JW. A study on the fracture strength of implant-supported restorations using milled ceramic abutments and all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont.* 2002;15(1):9-13.

Chung SH, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Lee JB, Han JS, Han CH, Rhyu IC, Lee SJ. Effects of implant geometry and surface treatment on osseointegration after functional loading: a dog study. *J Oral Rehabil* 2008;35:229-236.

Cochran DL, Morton D, Weber HP. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19: 109–113.

Cochran DL, Mau LP, Higginbottom FL, Wilson TG, Bosshardt DD, Schoolfield J, Jones AA. Soft and hard tissue histologic dimensions around dental implants in the canine restored with smaller-diameter abutments: a paradigm shift in peri-implant biology. *Int J Oral Maxillofac Implants The International* 2013;28:494-502.

Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-153.

Comut AA, Weber HP, Shortkroff S, Cui FZ, Spector M. Connective tissue orientation around dental implants in a canine model. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:433–440.

Covani U, Marconcini S, Galassini G, Cornelini R, Santini S, Barone A. Connective tissue graft used as a biologic barrier to cover an immediate implant. *J Periodont* 2007; 78: 1644–1649.

Covani U, Bortolaia C, Barone A, Sbordone L. Bucco-lingual crestal bone changes after immediate and delayed implant placement. *J Periodontol* 2004;75:1605-1612.

Cecchinato, D., Bengazi, F., Blasi, G., Botticelli, D., Cardarelli, I. & Gualini, F. Bone level alterations at implants placed in the posterior segments of the dentition: outcome of submerged/ non-submerged healing. A 5-year multicenter, randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Implant Res* 2008;19: 429–431.

Cecchinato, D., Olsson, C. & Lindhe, J. Sub-merged or non-submerged healing of endosseous implants to be used in the rehabilitation of partially dentate patients. *J Clin Periodontol* 2004;31: 299–308.

Chehroudi, B., Gould, T.R.L. & Brunette, D.M. Effects of a grooved titanium coated implant surface on epithelial cell behavior in vitro and in vivo. *J Biomed Materials Res* 1989; 23: 1067–1085.

Chehroudi, B., Gould, T.R.L. & Brunette, D.M. Titanium coated micromachined grooves of different dimensions affect epithelial and connective tissue cells differently in vivo. *J Biomed Materials Res* 1990; 24: 1203–1219.

Chehroudi, B., Gould, T.R.L. & Brunette, D.M. The role of connective tissue in inhibiting epithelial downgrowth on titanium-coated percutaneous implants. *J Biomedical Materials Res* 1992; 26: 493–515.

Delgado-Ruiz R, Calvo-Guirado JL, Abboud M, Ramirez-Fernandez MP, Mate-Sanchez JE, Negri B, Gomez-Moreno G, Markovic A. Connective Tissue Characteristics around Healing Abutments of Different Geometries: New Methodological Technique under Circularly Polarized Light. *Clin Implant Dent Rel Res.* 2014 doi: 10.1111/cid.12161

Degidi M, Piattelli A. Immediately loaded bar-connected implants with an anodized surface inserted in the anterior mandible in a patient treated with diphosphonates for osteoporosis: a case report with a 12-month follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5(4):269-72.

REFERENCIAS

Degidi M, Piattelli A, Gehrke P, Carinci F. Clinical outcome of 802 immediately loaded 2-stage submerged implants with a new grit-blasted and acid-etched surface: 12-month follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(5):763-8.

Degidi, M., Nardi, D. & Piattelli, A. One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1303–1307.

Degidi, M., Novaes, A.B., Jr, Nardi, D. & Piattelli, A. Outcome analysis of immediately placed, immediately restored implants in the esthetic area: the clinical relevance of different interimplant distances. *J Periodontol* 2008;79:1056–1061.

Degidi M., Piattelli A., Scarano A., Shibli JA., Lezzi G. Peri-implant collagen fibers around human cone morse connection implants under polarized light: A report of three cases. *Int J Periodont Rest Dentist.*2012; 32: 323-328.

Donath, K. & Breuner, G. A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues. The SägeSchliff (sawing and grinding) technique. *J Oral Patholog* 1982;11:318–326.

Duyck, J., Vandamme, K., Geris, L., Van Oosterwyck, H., De Cooman, M., Vandersloten, J., Puers, R. & Naert, I. The influence of micromotion on the tissue differentiation around immediately loaded cylindrical turned titanium implants. *Archives of Oral Biology* 2006;51: 1–9.

Duyck, J., Slaets, E., Sasaguri, K., Vandamme, K. & Naert, I. Effect of intermittent loading and surface roughness on peri-implant bone formation in a bone chamber model. *J Clin Periodontol* 2007; 34: 998–1006.

Engstrand, P., Gröndahl, K., Ohnell, L.O., Nilsson, P., Nannmark, U. & Bränemark, P.I. Prospective follow-up study of 95 patients with edentulous mandibles treated according to the Bränemark Novum concept. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010; 5: 3–10.

Ericsson I, Nilner K, Klinge B, Glantz P. Radiographical and histological characteristics of submerged and nonsubmerged titanium implants. An experimental study in the Labrador dog. *Clin Oral Implant Res*1996; 7: 20– 26.

Ericsson I, Nilson H, Nilner K. Immediate functional loading of Brånemark single tooth implants. A 5-year clinical follow-up. *Applied Osseointegration Res* 2001;2: 12–16.

Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995;22: 255–261.

Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II) Etiopathogenesis. *Europ J Oral Science* 1998;106: 721–764.

Favero G, Lang NP, De Santis E, Gonzalez BG, Schweikert MT, Botticelli D. Ridge preservation at implants installed immediately after molar extraction. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24:255-61

Finelle G¹, Papadimitriou DE, Souza AB, Katebi N, Gallucci GO, Araújo MG Peri-implant soft tissue and marginal bone adaptation on implant with non-matching healing abutments: micro-CT analysis. *Clin Oral Implants Res* 2014: Jan 23. doi: 10.1111/clr.12328.

Fickl,S.,Zuhr,O.,Stein,J.M.&Hurzeler,M.B. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *Int J Oral Maxillof Implants* 2010;25: 577– 581.

Glauser, R., Ruhstaller, P., Windisch, S., Zembic, A., Lundgren, A.K., Gottlow, J. & Hämmerle, C. H.F. Immediate occlusal loading of Brånemark System TiUnite implants placed predominantly in soft bone: 4-year results of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7: 52–59.

Glauser, R., Zembic, A. & Hämmerle, C.H.F. A systematic review of marginal soft tissue at implants subjected to immediate loading or immediate restoration. *Clin Oral Implants Res* 2006;17: 82–92

Gotfredsen, K. & Karlsson, U. A prospective 5-year study of fixed partial prostheses supported by implants with machined and tio2-blasted surface. *J Prosthodont* 2001;10: 2–7.

REFERENCIAS

Grunder U, Polizzi G, Goené R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ, Kawamura K, Köhler S, Renouard F, Rosenberg R, Triplett G, Werbitt M, Lithner B. A 3-year prospective multi-center follow-up report on the immediate and delayed-immediate placement of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:210–216.

Hämmerle CH, Brägger U, Bürgin W, Lang NP. The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(2):111-9.

Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:559-571.

Hermann, J.S., Buser, D., Schenk, R.K., Higginbottom, F.L. & Cochran, D.L. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Implants Res* 2000a;11: 1–11.

Hürzeler, M., Fickl, S., Zuhr, O. & Wachtel, H.C. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments: preliminary data from a prospective study. *J Oral Maxillof Surg* 2007;65: 33–39.

Huang, B., Meng, H., Piao, M., Xu, L., Zhang, L. & Zhu, W. Influence of placement depth on bone remodeling around tapered internal connection implant; a clinical and radiographic study in dogs. *J Periodontol* 2012;83: 1164–1171.

Jung, R.E., Jones, A.A., Higginbottom, F.L., Wilson, T.G., Schoolfield, J., Buser, D., Hammerle, C.H. & Cochran, D.L. The influence of non- matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. *J Periodontol* 2008;79: 260–270.

Koh, R.U., Oh, T.J., Neiva, G.F., Mish, C.E., Roth- man, E.D. & Wang, H.L. Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *Journal Periodontol* 2011; 82: 1112–1120.

Kan JYK, Rungcharassaeng K, Morimoto T, Lozada JL. Facial gingival tissue stability after connective tissue graft with single immediate tooth replacement in the esthetic zone: consecutive case report. *J Oral Maxillof Surgery* 2009;67: 40–48.

Koury F, Hoppe A. Soft tissue management in oral implantology: a review of surgical techniques for shaping an esthetic and functional periimplant soft tissue structure. *Quintessence International* 2000;31: 483–499.

Koutouzis T, Fetner M, Fetner A, Lundgren T. Retrospective evaluation of crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: the effect of bone grafting at implant placement. *J Periodontol* 2011;82:234-242.

Lang NP, Tonetti MS, Suvan JE, Bernard JP, Botticelli D, Fourmouzis I, Hallund M, Jung R, Laurell L, Salvi GE, Shafer D, Weber H-P. Immediate implant placement with transmucosal healing in areas of aesthetic priority: a multicentre randomized-controlled clinical trial I. Surgical outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:188-196.

Lang NP, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Bosshardt DD. Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clin Oral Implants Res* 2011;22: 349–356.

Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332-343.

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.

Listgarten MA, Lang NP, Schroeder HE, Schroeder A. Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants. *Clin Oral Implants Res* 1991;3:1–19.

Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, Han T, Klokkevold P, Nedic M. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol* 1997;68:563-570.

Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, Weinlaender M, Kenney EB, Dimitrijevic B. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *J Periodontol* 1998;69:1044-1049.

REFERENCIAS

Lee, D.W., Choi, Y.S., Park, K.H., Kim, C.S. & Moon, I.S. Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level, a 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2007;18: 465–470.

Lee, J.H., Frias, V., Lee, K.W. & Wright, R.F. Effect of implant size and shape on implant success rates, a literature review. *J Prosthetic Dent* 2005;94: 377–381.

Manz, M.C. Factors associated with radiographic vertical bone loss around implants placed in a clinical study. *Annals of Periodontology* 2000;5: 137–151.

Misch, C.E., Perel, M.L., Wang, H.L., Sammartino, G., Galindo-Moreno, P., Trisi, P., Steigmann, M., Rebaudi, A., Palti, A., Pikos, M.A., Schwartz-Arad, D., Choukroun, J., Gutierrez-Perez, J.L., Marenzi, G. & Valavanis, D.K. Implant success, survival & failure, the Congress, International of Implantologists, Oral (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent* 2008;17: 5–10.

Mayfield LJA. Immediate, delayed and late submerged and transmucosal implants. En: Lang NP, Karring T, Lindhe J, editors. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology: Implant Dent* Berlin: Quintessenz Publishing Company Ltd, 1999;520-534.

Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Pardo Zamora, G., Ramírez Fernández, M.P., Delgado Ruiz, R. & Muñoz Guzon, F. Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part I: a pilot study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012a;23: 228–235.

Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Ramírez-Fernández, M.P., Mate –Sanchez de Val, J., Guardia, J. & Muñoz-Guzón, F. Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone Part II: a pilot study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012b;23: 236–244.

Nevins M, Nevins ML, Camelo M, Boyesen JL, Kim DM. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *Int J Periodont Restorative Dentist* 2008;28:111–121.

Novaes AB Jr, de Oliveira RR, Taba M Jr, de Souza SL, Palioto DB, Grisi MF, Papalexioiu V. Crestal bone loss minimized when following the crestal preparation protocol: a histomorphometric study in dogs. *J Oral Implantol* 2005;31: 276–282.

Novaes AB Jr, Suaid F, Queiroz AC, Muglia VA, Souza SL, Palioto DB, Taba M Jr, Grisi MF. Buccal bone plate remodeling after immediate implant placement with and without synthetic bone grafting and flapless surgery: radiographic study in dogs. *J Oral Implantology* 2012;38: 687–697.

Nemcovsky, C.E., Artzi, Z., Moses, O. & Gelernter, I. Healing of marginal defects at implants placed in fresh extraction sockets of after 4– 6 weeks of healing. A comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13: 410–419.

Nickenig, H.-J., Wichmann, M., Schlegel, K.A., Nkenke, E. & Eitner, S. Radiographic evaluation of marginal bone levels adjacent to parallel screw cylinder machined neck implants and rough-surfaced microthreaded implants using digitized panoramic radiographs. *Clin Oral Implants Res* 2009;20: 550–554.

Novaes, A.B., Jr, de Oliveira, R.R., Taba, M. Jr, de Souza, S.L., Palioto, D.B., Grisi, M.F. & Papalexiou, V. Crestal bone loss minimized when following the crestal preparation protocol: a histomorphometric study in dogs. *J Oral Implantology* 2005;31: 276–282.

Novaes, A.B., Jr, Suaid, F., Queiroz, A.C., Muglia, V.A., Souza, S.L., Palioto, D.B., Taba, M., Jr & Grisi, M.F. Buccal bone plate remodeling after immediate implant placement with and without synthetic bone grafting and flapless surgery: radiographic study in dogs. *J Oral Implantology* 2012;38: 687–697.

Novaes AB Jr, Souza SLS, Oliveira PT, Souza AMMS. Histomorphometric analysis of the bone implant contact obtained with 4 different implant surface treatments placed side by side in the dog mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:377-383.

Nemcovsky CE, Ar tzi Z, Moses O, Gelernter I. Healing of marginal defects at implants placed in fresh extraction sockets or after 4-6 weeks of healing. A comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:410-419.

Oh, T.J., Yoon, J., Misch, C.E. & Wang, H.L. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 2002;73: 322–333.

REFERENCIAS

Orsini E, Salgarello S, Bubalo M, Lazic Z, Trire A, Martini D, Franchi M, Ruggeri A. Histomorphometric evaluation of implant design as a key factor in peri-implant bone response: a preliminary study in a dog model. *Minerva Stomatol* 2009;58:263-275.

Puleo, D.A. & Thomas, M.V. Implant surfaces. *Dent Clinics North America* 2006;50:323–338.

Palacci P. Optimal implant positioning. In: Palacci P, editors. *Esthetic Implant Dentistry. Soft and Hard Tissue Management*. Berlin: Quintessence Publishing Company Ltd, 2001;101-137

Palacci P, Ericson LE. Implant placement philosophy. In: Palacci P, editors. *Esthetic Implant Dentistry*. Berlin: Quintessence Publishing Company Ltd, 2001;69-89

Paolantonio M, Dolci M, Scarano A, d'Archivio D, di Placido G, Tumini V. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. *J Periodontol* 2001;72:1560-1571.

Paolantonio M, Scarano A, Di Placido G, Tumini V, D'Archivio D, Piattelli A. Periodontal healing in humans using anorganic bovine bone and bovine peritoneum-derived collagen membrane: a clinical and histologic case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:505-515.

Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *The J Prosthet Dent* 1967;17:21-27.

Plakco HE, Mishra S, Weimer JJ, Lucas LC. Surface characterization of titanium-based implant materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:355-363.

Pontes AEF, Ribeiro FS, Iezzi G, Piattelli A, Cirelli JA, Marcantonio Jr E. Biologic width changes around loaded implants inserted in different levels in relation to crestal bone: histometric evaluation in canine mandible. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:483-490.

Pontes AE, Ribeiro FS, da Silva VC, Margonar R, Piattelli A, Cirelli JA, Marcantonio E Jr. Clinical and radiographic changes around dental implants inserted in different levels in relation to the crestal bone, under different restoration protocols, in the dog model. *J Periodontol* 2008;79:486-494.

Piattelli, A., Scarano, A. & Quaranta, M. High-precision, cost-effective cutting system for producing thin sections of oral tissues containing dental implants. *Biomaterials* 1997;18: 577–579.

Rodríguez-Ciurana, X., Vela-Nebot, X., Segala-Torres, M., Calvo-Guirado, J.L., Cambra, J., Mendez-Blanco, V. & Tarnow, D.P. The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29: 141–151.

Rompen E, Raepsaet N, Domken O, Touati B, Dooren E. Soft tissue stability at the facial aspect of gingivally converging abutments in the esthetic zone: a pilot clinical study. *J Prosthet Dentistry* 2007;97:119–125.

Romeo, E., Chiapasco, M., Lazza, A., Casentini, P., Ghisolfi, M., Iorio, M. & Vogel, G. Implant-retained mandibular overdentures with ITI implants. A comparison of 2-year results between delayed and immediate loading. *Clin Oral Implants Res* 2002;13: 495–501.

Sanz, M., Cecchinato, D., Ferrus, J., Pjetursson, E.B., Lang, N.P. & Lindhe, J. A prospective, randomized controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2010;21: 13–21.

Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L. & Karring, T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *The Int J Periodontics Restorat Dent* 2003;23: 313–323.

Spray, J.R., Black, C.G., Morris, H.F. & Ochi, S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Annals of Periodontology* 2000;5: 119–128.

REFERENCIAS

Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim S, Chun HJ. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21: 789–794.

Shin, Y.K., Han, C.H., Heo, S.J., Kim, S. & Chun, H.J. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21: 789–794.

Shin S-Y, Han D-H. Influence of microgrooved collar design on soft and hard tissue healing of immediate implantation in fresh extraction sites in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2009; 21; 804–814.

Schierano G, Ramieri G, Cortese MG, Aimetti M, Preti G. Organization of the connective tissue barrier around long- term loaded implant abutments in man. *Clin Oral Implants Res* 2002;13: 460–464.

Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodont Restorat Dentist* 2003; 23: 313–323.

Schupbach P, Glauser R. The defense architecture of the human periimplant mucosa: a histological study. *J Prosthet Dentistry* 2007;97:S15–S25.

Siar CH, Toh CG, Romanos G, et al. Peri-implant soft tissue integration of immediately loaded implants in the posterior macaque mandible: a histomorphometric study. *J Periodontol* 2003;74: 571–578.

Slaets, E., Carmeliet, G., Naert, I. & Duyck, J. Cellular evaluation of the early phases of cortical bone healing around unloaded titanium implants, an animal study. *J Periodontol* 2006;77: 1015–1024.

Slaets, E., Carmeliet, G., Naert, I. & Duyck, J. Early trabecular bone healing around titanium implants: a histologic study in rabbits. *J Periodontol* 2007;78: 510–517.

Stanford, C.M. Surface modifications of dental implants. *Australian Dental Journal* 2008;53S1: 26–33.

Steigenga, J.T., al-Shammari, K.F., Nociti, F.H., Misch, C.E. & Wang, H.L. Dental implant design and its relationship to long-term implant success. *Implant Dentist* 2003;12: 306–317.

Tarnow, D.P., Emitaz, S. & Classi, A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillof Implants* 1997;12: 319–324.

Tete S, Mastrangelo F, Bianchi A, Zizzari V, Scarano A. Collagen fiber orientation around machined titanium and zirconia dental implant necks: an animal study. *Int J Oral Maxillof Implants* 2009;24:52–58.

Tran, B.L.T., Chen, S.T., Caiafa, A., Davies, H.M.S. & Darby, I.B. Transmucosal healing around peri-implant defects: crestal and subcrestal implant placement in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2010;21: 794–803.

Turkyilmaz, I., Aksoy, U. & McGlumphy, E.A. Two alternative surgical techniques for enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: a clinical study including bone density, insertion torque, and resonance frequency analysis data. *Clin Implant Dent Related Res* 2008;10: 231–237.

Vandamme, K., Naert, I., Geris, L., Vander Sloten, J., Puers, R. & Duyck, J. Influence of controlled immediate loading and implant design on peri-implant bone formation. *J Clinical Periodontol* 2007a;34: 172–181.

Vandamme, K., Naert, I., Geris, L., Vander Sloten, J., Puers, R. & Duyck, J. The effect of micromotion on the tissue response around immediately loaded roughened titanium implants in the rabbit. *European Journal of Oral Sciences* 2007b;115: 21–29.

Vandamme, K., Naert, I., Vander Sloten, J., Puers, R. & Duyck, J. Effect of implant surface roughness and loading on peri-implant bone formation. *J Periodontol* 2008;79: 150– 157.

Valen, M. & Locante, W.M. Laminoss immediate-load implants: I. Introducing osteocompression in dentistry. *J Oral Implantology* 2000; 26: 177–184.

REFERENCIAS

Walboomers, X.F., Croes, H.J.E., Ginsel, L.A. & Jansen, J.A. Growth behavior of fibroblasts on microgrooved polystyrene. *Biomater* 1998;19: 1861–1868.

Walboomers, X.F. & Jansen, J.A. Cell and tissue behavior on microgrooved surfaces. *Odontology* 2001;89: 2–11.

Weber, H.P., Buser, D., Donath, K., Fiorellini, J.P., Doppalapudi, V., Paquette, D.W. & Williams, R. C. Comparison of healed tissues adjacent to submerged and non-submerged unloaded titanium dental implants. A histometric study in beagle dogs. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 11–19.

Wennström, J.L., Ekestubbe, A., Gröndahl, K., Karlsson, S. & Lindhe, J. Oral rehabilitation with implant-supported fixed partial dentures in periodontitis susceptible subjects. A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2004;31: 713–724.

Warrar L, Gotfredsen K, Hjørting-Hansen E, Karring T. Guided tissue regeneration ensures osseointegration of dental implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 1991;2: 166–171.

Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:635–641.

Wilson TG Jr, Higginbottom FL. Periodontal diseases and dental implants in older adults. *J Esthetic Dent* 1998;10: 265–271.

Wilson TG Jr, Carnio J, Schenk R, Cochran D. Immediate implants covered with connective tissue membranes: human biopsies. *J Periodontol* 2003;74: 402–409.

Zitzmann NU, Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. Soft tissue reactions to plaque formation at implant abutments with different surface topography. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2002;29:456–61.

8.ANEXOS

8.1. Publicaciones científicas

8.1.1 Publicación 1

CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH

Jose Luis Calvo-Guirado
Patricia Jara López-Ópez
Jose Eduardo Mate Sanchez
Jordi Gargallo Albiol
Eugenio Velasco Ortega
Rafael Delgado Ruiz

Crestal bone loss related to immediate implants in crestal and subcrestal position: a pilot study in dogs

Authors' affiliations:
Jose Luis Calvo-Guirado, Patricia Jara López-Ópez, Jose Eduardo Mate Sanchez, Department of General and Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Murcia, Murcia, Spain
Jordi Gargallo Albiol, Department of Implant Dentistry, International University of Catalonia, Barcelona, Spain
Eugenio Velasco Ortega, Department of General Dentistry, Faculty of Dentistry, University of Seville, Seville, Spain
Rafael Delgado Ruiz, Department of Prosthodontics and Digital Technologies, Stony Brook University, New York, NY, USA

Corresponding author:
Prof. Dr. Jose Luis Calvo Guirado
Faculty of Medicine and Dentistry
University of Murcia
2^a Planta Clínica Odontológica
Calle Marques de los Vélez 5/n
Hospital Morales Meseguer
30007 Murcia
Spain
e-mail: joseluis.calvo@um.es

Key words: crestal, immediate implant, subcrestal

Abstract

Objectives: The aim of the present study was to compare crestal bone loss with different implant designs inserted immediately in crestal or subcrestal position in post-extraction sockets in a dog model.

Materials and Methods: The mandibular second, third, fourth premolars and the first molar of six adult fox hound dogs were extracted bilaterally, and 48 implants were placed immediately in both hemi-arches of each dog. Randomly, eight implants (skyclass[®] and blue sky[®]) were inserted, four crestally (control group) and four 2 mm subcrestally (test group). Both groups were treated with a minimal mucoperiosteal flap elevation approach. After a 12-week healing period, the animals were sacrificed and samples were obtained. Biopsies were processed for ground sectioning. Histomorphometric analysis was carried out to compare buccal and lingual bone height loss.

Results: All implants were clinically and histologically osseointegrated. Healing pattern was examined microscopically at eight and 12 weeks for both groups (crestal and subcrestal) yielding similar qualitative bone findings. At 12 weeks, the distance from the top of the implant collar to the first BIC (ISBC) showed significant difference between implant positions (crestal or subcrestal) in the buccal aspect ($P = 0.1253$, values for the crestal group being higher (1.79 ± 0.3 mm) in comparison with the subcrestal group (0.89 ± 0.5 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed in the deeper position. No significant differences were found in BIC values ($P > 0.05$). The total BIC at 8 weeks was ($46.22 \pm 4.29\%$) for the crestal group and ($49.72 \pm 2.21\%$) for the subcrestal group; at 12 weeks, it was ($41.54 \pm 3.87\%$) for the crestal group and ($56.87 \pm 3.46\%$) for the subcrestal group.

Conclusions: Within the limitations of this study, the findings suggest that apical positioning of the top of the implant does not jeopardize bone crest and peri-implant tissue remodeling. However, less resorption of the lingual and buccal crest may be expected when implants are placed 2 mm subcrestally, but this is not related to implant design. Moreover, implants placed subcrestally produced better bone-to-implant contact measurement.

The technique of placing titanium oral implants in healing edentulous sites for prosthetic restoration has been the object of much research over the years, and one of its main aims has been to minimize treatment time. Bone loss around dental implants (peri-implant defects) in post-extraction or healed sites occurs during the first year following insertion (Lang et al. 2011). Bone loss and soft tissue modifications occurring after extraction can compromise the choice of implant type/design as well as the esthetic and functional outcomes (Tran et al. 2010). However, immediate implants placed in a

non-traumatic extraction socket preserve soft tissue and the dimensions of the alveolar ridge (Novaes et al. 2005; Botticelli et al. 2006). Crestal bone preservation increases the probability of papillae formation and is important for esthetic outcomes (Degidi et al. 2008).

The etiological factors for crestal bone loss remain unclear, but some studies have reported that one of the most important causes is surgical trauma (Esposito et al. 1998) and most research agrees that bone loss is influenced by the implant-abutment microgap and its potential for bacterial

Date:
Accepted 25 August 2013

To cite this article:
Calvo-Guirado J, López-Ópez P, Mate Sanchez J, Gargallo Albiol J, Velasco Ortega E, Delgado Ruiz R. Crestal bone loss related to immediate implants in crestal and subcrestal position: a pilot study in dogs.
Clin. Oral Impl. Res. 00 2013;1-10
doi:10.1111/clr.12267

© 2013 John Wiley & Sons A/S. Published by John Wiley & Sons Ltd

1

Calvo-Guirado et al. Peri-implant bone reactions to immediate implants

colonization of the peri-implant sulcus (Brogini et al. 2003). Furthermore, most research affirms that the establishment of biologic width and the design of the implant itself exert an influence on bone loss (Adell et al. 1981; Degidi et al. 2011; Fickl et al. 2010). Indeed, it has been shown that implant abutment design is critical for determining the amount of bone loss that will occur at the crestal bone level (Rodríguez-Ciurana et al. 2009; Calvo-Guirado et al. 2010). Experiments in dogs and humans have demonstrated that marked reduction in the height of the alveolar ridge occurs following tooth extraction as a consequence of this event (Schropp et al. 2003; Araujo & Lindhe 2005) and that implants placed in fresh extraction sockets have no effect on the bone-remodeling process (Araujo et al. 2005; Barros et al. 2009a,b). Normally, implants are placed subcrestally in esthetic areas, where primary stability cannot be attained by placement at the crestal bone level or whenever interocclusal height for the restoration and emergence profile is limited (Hammerle et al. 1996; Buser et al. 2007). There may also be a benefit in placing the implants subcrestally to compensate for crestal bone remodeling and to improve bone-to-implant contact in the implant neck region (Hammerle et al. 1996; Welander et al. 2009). Several studies have stated that the use of immediate implants is a predictable surgical approach (Novaes et al. 2012; Koh et al. 2011), and some have reported minimal loss bone around dental implants placed in subcrestal positions (Calvo-Guirado et al. 2010, 2013; Huang et al. 2012; Donovan et al. 2010).

The aim of the present study was to compare bone loss around implants positioned crestally vs. subcrestally in immediate extraction sockets in a dog model, using implants with different designs.

Materials and methods

Six American fox hound dogs of approximately 1 year of age, each weighing approximately 14–18 kg, were used in the experiment. The Ethics Committee for Animal Research at the University of Murcia, Spain, approved the study protocol, which followed guidelines established by the European Union Council Directive of November 24th, 1986 (86/609/EEC). Animals were quarantined for the application of anti-rabies vaccine and vitamins. The dogs were kept in kennel cages pre- and post-operatively, received appropriate veterinary care, and were

provided with free access to water and standard laboratory nutritional support throughout the trial period. All animals presented intact maxillae, without any general occlusal trauma or oral viral or fungal lesions. Clinical examination determined that the dogs were in good general health.

Surgical procedure

The animals were preanaesthetized with acpromazine (0.12%–0.25 mg/kg), buprenorphine (0.01 mg/kg), and medetomidine (35 µg/kg). The mixture was injected intramuscularly in the femoral quadriceps. Animals were then taken to the operating theater where, at the earliest opportunity, an intravenous catheter was inserted (diameter 22 or 20 gauge) into the cephalic vein, and propofol was infused at the rate of 0.4 mg/kg/min at a slow constant infusion rate. Conventional dental infiltration anesthesia (articaine 40 mg, 1% epinephrine) was administered at the surgical sites. These procedures were carried out under the supervision of a veterinary surgeon. Mandibular premolar and molar extractions (P, P, P, M1) were performed bilaterally. The teeth were sectioned in bucco-lingual direction at the bifurcation using a tungsten-carbide bur so that the roots could be extracted individually without damaging the remaining bony walls. The crestal incisions were performed bilaterally in the premolar-molar region of the mandible. Full-thickness mucoperiosteal flaps were elevated, and recipient sites in the molar regions on both sides of the mandible were prepared for the present experiment, while the other regions were used for different experimental purposes, the results of which are reported elsewhere. Prior to implant placement, the bony crest was flattened with a burr to obtain the same bone level at all aspects. Bucco-lingual (3.9 ± 0.37) and mesio-distal (4.3 ± 0.45) dimensions of the entrance to the fresh extraction sockets were measured using sliding calipers, and mean alveolar ridge measurements were determined. The extraction sockets' mean alveolar ridge measurements were as follows: 3.8 ± 0.21 (P2), 4.0 ± 0.5 mm (P3), 4.1 ± 1 mm (P4), 5.6 ± 0.07 mm (M1).

Tapered Blue Sky and Sky Classic implants (Bredent Medical, Senden, Germany) 10 mm long and 4 mm in diameter in the coronal aspect were inserted. Randomly, four tapered implants were placed on each side of the mandible, either with the margin of the rough surface flush with the buccal bony crest (control group) or 2 mm subcrestally

(test group), inserting them in the center of the mandibular molar and premolar sockets; then, healing screws were adjusted to allow a non-submerged healing protocol. No grafting materials were used in the gaps remaining between bony plates and implants. The flaps were closed to allow non-submerged healing using single non-resorbable sutures (Fig. 1).

Following surgery, the animals received antibiotics (Enrofloxacin 5 mg/kg twice daily) and analgesics (Meloxicam 0.2 mg/kg, three times a day) via the systemic route. The sutures were removed after 2 weeks. The dogs were fed a soft diet for 7 days following the surgical procedure. Healing was evaluated weekly, and plaque control was maintained by the application of a chlorhexidine spray. The animals were kept in kennels and in concrete runs at the university's field laboratory; they were provided with free access to water and fed with moistened balanced dog chow. The wounds were inspected daily for clinical signs of complications, and the healing screws were cleaned. The animals were euthanized 12 weeks after surgery administering an overdose of Pentothal Sodium (Abbot Laboratories, Madrid, Spain) and then perfused with a fixative (formaldehyde) through the carotid arteries.

Radiographic evaluation

Conventional dental radiographs were taken at the time of implant placement and after a 12-week healing period to assess the changes to post-surgical crestal bone levels. The images were digitalized and parallelized, and the distance between the fixture shoulder and the apical level of marginal bone in contact with the implant was measured. The measurements were made on both the mesial and distal aspects, and the mean value for each implant was calculated (Fig. 2).

Histological sample preparation

Specimens were washed in saline solution and immediately fixed in 10% buffered formalin. They were then processed to obtain thin ground sections using the Precise 1 Automated System (Assing, Rome, Italy) following Piattelli et al. (1997) recommendations. The specimens were dehydrated in an ascending series of alcohol rinses and embedded in glycol methacrylate resin (Technovit 7200 VLC, Kulzer, Wehrheim, Germany). After polymerization, the specimens were sectioned along their longitudinal axis using a high-precision diamond disk to about 150 µm thickness and then ground down to about 30 µm using a specially designed grinding

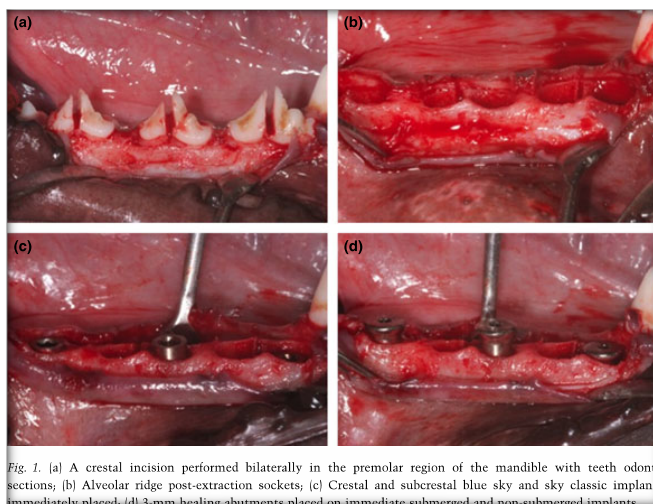


Fig. 1. (a) A crestal incision performed bilaterally in the premolar region of the mandible with teeth odonto sections; (b) Alveolar ridge post-extraction sockets; (c) Crestal and subcrestal blue sky and sky classic implants immediately placed; (d) 3-mm healing abutments placed on immediate submerged and non-submerged implants.

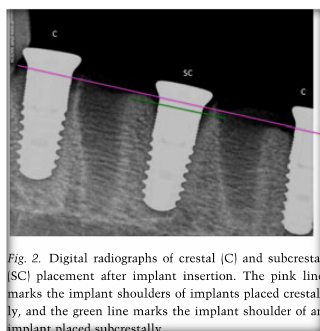


Fig. 2. Digital radiographs of crestal (C) and subcrestal (SC) placement after implant insertion. The pink line marks the implant shoulders of implants placed crestally, and the green line marks the implant shoulder of an implant placed subcrestally.

machine. A total of two slides per implant were obtained, which were stained with acid fuchsin and toluidine blue. The slides were observed in normal transmitted light under a Leitz Laborlux microscope (Leitz, Wetzlar, Germany) and under polarized light microscopy (Leitz).

Histomorphometric evaluation

Buccal bone wall resorption in relation to the lingual bone wall was expressed as a linear measurement (relative measurement). The buccal and lingual bone plates were also measured from the implant shoulder (top of the smooth collar) to the first point of bone-to-implant contact and to the top of the bone crest (absolute measurements). Two millime-

ters were subtracted from the measurements for the subcrestal group samples. A bone-to-implant contact percentage of native as well as newly formed bone was also measured throughout each implant perimeter in the coronal osseointegration area on both the buccal and lingual aspects, excluding the apical portion of the implant from measurement. The total amount of bone in contact with the implant was calculated as the sum of native bone and newly formed bone (BIC %). Histomorphometry of the percentages of bone-to-implant contact was carried out using a light microscope (Laborlux S, Leitz) connected to a high-resolution video camera (3CCD, JVC KY-F55B, JVC, Yokohama, Japan) interfaced to a monitor and PC (Intel Pentium III 1200 MMX, Intel, Santa Clara, CA, USA). This optical system was associated with a digitalizing pad (Matrix Vision GmbH, Oppenweiler, Germany) and a histometry software package with image capture capabilities (Image-Pro Plus 4.5, Media Cybernetics Inc., Immagini & Computer Snc Milan, Italy). Landmark points were identified, and linear measurements between points were made ($\times 10$ magnification) as follows: implant shoulder (IS), the most coronal bone crest (A), the most apical bone crest (B), difference between the lingual and buccal bone crest (B-L), distance from the top of the implant collar to the first BIC on the buccal aspect (IS-Bc), and distance from the top of the implant collar to the first BIC on the lin-

gual aspect (IS-Lc). Calculations were based on the measurements of the distances B-L, A-Bc, A-L, and A-Lc (Fig. 3).

A final analysis was performed by batch processing of the prepared images. Two types of bone in direct contact with the implant surface were differentiated: newly formed bone and native bone. The total amount of bone in contact with the implant was calculated as the sum of native bone and newly formed bone.

The following measurements were made as follows:

- D1: difference between buccal bone crest and lingual bone crest (B-L).
- D2: distance from the top of the implant collar to the buccal bone crest (IS-B).
- D3: distance from the top of the implant collar to the first BIC in the buccal aspect (IS-Bc).
- D4: distance from the top of the implant collar to the lingual bone crest (IS-L).
- D5: distance from the top of the implant collar to the first BIC in the lingual aspect (IS-Lc).

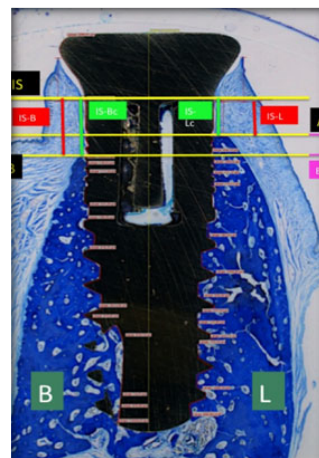


Fig. 3. Schematic slide describing the different points from which histomorphometric measurements were taken: the implant shoulder (IS); the most coronal bone crest (A); the most apical bone crest (B); distance from the top of the implant collar to the buccal bone crest (IS-B); distance from the top of the implant collar to the lingual bone crest (IS-L); difference between the buccal and lingual bone crest (B-L); distance from the top of the implant collar to the first BIC in the buccal aspect (IS-Bc); distance from the top of the implant collar to the first BIC in the lingual aspect (IS-Lc). Analysis was based on the measurement of B-L, IS-B, IS-L, IS-Bc, and IS-Lc. ($\times 10$ magnification).

Calvo-Guirado et al. Peri-implant bone reactions to immediate implants

Statistical analysis

Means and standard deviations were calculated for each outcome variable and differences by means of a descriptive test between mean values, which were evaluated with repeated measures for two factors: site and time. Values were recorded as mean \pm standard deviation. The Wilcoxon test was applied to the comparison of mean averages and to quantify relationships between differences ($P < 0.05$). Equal means were regarded as the null hypothesis, while the existence of significant differences between means acted as an alternative hypothesis.

The medians of differences between groups were analyzed using the Brunner–Langer test (nonparametric repeated measures analysis of variance) for both groups ($n = 24$ control group, $n = 24$ test group) considering data from a single dog to be dependent. To determine the resorption of the alveolar crest during bone remodeling, the location of the implant shoulder in relation to the bone crest was considered. Consequently, the measurements of the distances from the implant shoulder (IS) to the alveolar bone crest (BC) can be expressed in absolute or relative terms.

All histomorphometric parameters were analyzed using descriptive methods (SPSS 19.0 for Windows; SPSS Inc., IBM Corporation, Chicago, IL, USA). For all the tests performed, the confidence level chosen was 5%.

Results

Buccal bone walls were thinner than lingual walls. Bundle bone was present only in the marginal portion of the buccal and lingual walls. When the buccal, lingual, mesial, and distal dimensions of the entrances to the fresh extraction sockets were measured prior to implant placement, mean alveolar ridge measurements were 3.8 ± 0.21 (P2), 4.0 ± 0.5 mm (P3), 4.1 ± 1 mm (P4), and 5.6 ± 0.07 mm (M1).

Clinical and histological observation

The surgical sites healed uneventfully, and all implants were available for histological analysis. In both groups (crestal and subcrestal), marginal gaps between buccal walls and implants had disappeared with the migration of connective tissue as a result of bone fill and resorption of the bone crest. After 8- and 12-week post-operative periods, all implants had osseointegrated and so were available for histological and histomorphometric analysis. Modeling in the marginal defect region was accompanied by marked decreases in the dimensions of both the delicate buccal walls

and the more substantial lingual bone walls. Direct contact was observed between living bone and all implants. The bone-to-implant contact established during the early phase of socket healing following implant placement was partly lost as the buccal bone walls underwent ongoing resorption. For all implants, keratinized oral epithelium was continuous with junctional epithelium facing the implants and healing screw surfaces. Subjacent connective tissue was observed with a dense network of collagen fibers, with few vascular structures and scattered inflammatory cells, mainly adjacent to the implant-to-cover screw junction (Figs 4–7).

Histomorphometric analysis

No differences in B-L, IS-B, and IS-L measurements were found between groups ($P < 0.05$).

Healing after eight weeks

Buccal bone walls were thinner than lingual walls. Bundle bone was present only in the marginal portion of the buccal and lingual walls. Newly formed bone was present in the periimplant area and between implant threads. Comparing the control (sky classic)

and test groups (blue sky), the difference between buccal bone crests and lingual bone crests (B-L) was not significant (control group: 0.85 ± 0.1 mm, test group: 0.83 ± 0.8 mm).

Comparing the control and test groups for the two implant types, the difference between buccal bone crests and lingual bone crests (B-L) was not significant (control group: 0.85 ± 0.1 mm, test group: 0.83 ± 0.8 mm). The distance from the top of the implant collar to the buccal bone crest (IS-B) did not show significant difference ($P > 0.05$), mean values being 1.21 ± 0.2 mm for the crestal group and 1.38 ± 0.3 mm for the subcrestal group. The distance from implant collar to lingual bone crest (IS-L) showed significant difference between implant positions for both implant designs ($P = 0.1982$), values for the crestal group being lower (0.42 ± 0.2 mm) in comparison with the subcrestal group (0.71 ± 0.5 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed in the crestal position. The distance from the top of the implant collar to the first point of BIC (IS-Bc and IS-Lc) was representative of the vertical size of the

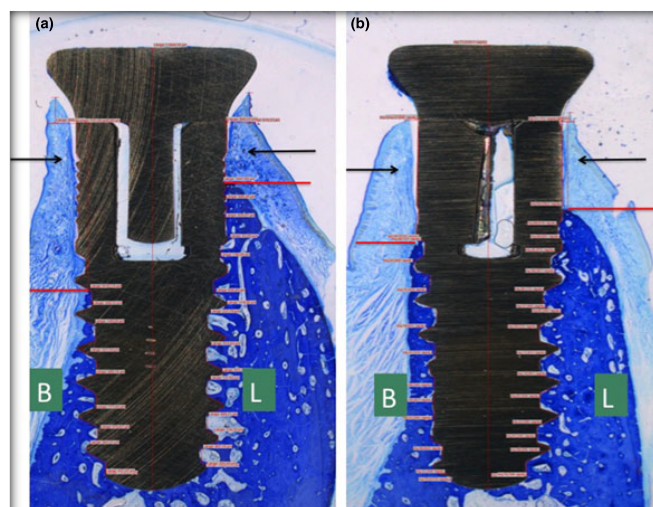


Fig. 4. (a) Buccal–lingual section after 8 weeks of healing in crestal group of blue sky implants. In apical direction, the thin barrier epithelium is continuous with a connective tissue with scattered inflammatory cells. Newly formed bone in the crestal region is close to the smooth surface reaching the second thread on the buccal aspect and the first thread on the lingual aspect. (b) Buccal–lingual section after 8 weeks of healing in crestal group of sky classic implants. The margin of the peri-implant mucosa is located slightly coronal of the implant shoulder. The connective tissue lateral as well as apical to the barrier epithelium is free of inflammatory cell infiltrates. The bone crest also exhibits new bone formation as far as the polished titanium collar on both buccal and lingual aspects. Red arrows show first bone-to-implant contact at bone crest level, black arrows show the barrier (junctional) epithelium. Acid fuchsin and toluidine blue staining. $\times 10$ magnification.

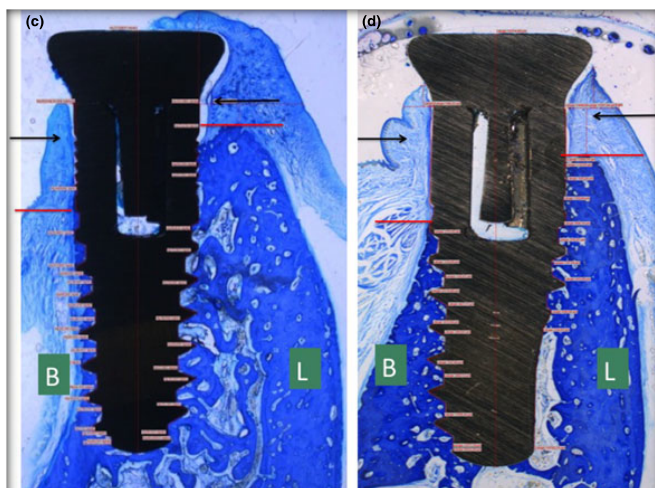


Fig. 5. [c] Crestally placed Blue Sky implants after 12 weeks of healing (left). In apical direction, the thin buccal plate is continuous with connective tissue with scattered inflammatory cells. Newly formed bone in the crestal region is close to the smooth surface, reaching the second thread on the buccal aspect and the first thread on the lingual aspect; [d] Crestally placed Sky Classic implants after 12 weeks of healing. Red arrows show first bone-to-implant contact at crestal bone level; black arrows show the barrier (junctional) epithelium. Acid fuchsin and toluidine blue staining. ($\times 10$ magnification).

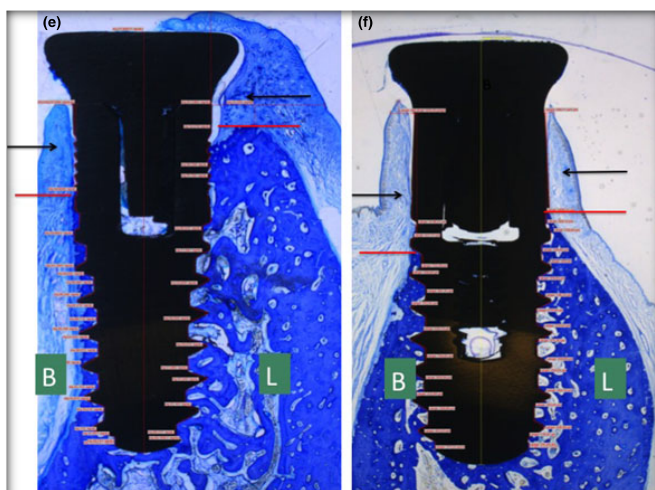


Fig. 6. [e] Buccal-lingual section after 8 weeks of healing in subcrestal group of blue sky implants. The newly formed bone in the crestal region reaches up to the edge of the micro-threads on the buccal aspect and reaches over all microthreads on the lingual aspect. [f]. Buccal-lingual section after 8 weeks of healing in subcrestal group of sky classic implants. The margin of the peri-implant mucosa is located apically of the implant's polished shoulder. The bone crest exhibits new bone formation as far as the implant's polished collar on both buccal and lingual aspects. Red arrows show first bone-to-implant contact at bone level crests; black arrows show the barrier (junctional) epithelium. Acid fuchsin and toluidine blue staining. ($\times 10$ magnification).

bone defect for both implant types (sky classic and blue sky); lower values were observed when implants were inserted in the deeper position.

The distance from the base of the implant collar to the first point of BIC on the lingual aspect [A-Lc] showed a significant difference ($P = 0.1982$) between implant positions (crestal or subcrestal), values for the crestal group being higher (1.69 ± 0.2 mm) in comparison with the subcrestal group (1.45 ± 0.2 mm). The distance from the base of the implant collar to the first BIC in the buccal aspect [IS-Bc] also showed significant difference ($P = 0.1253$) between implant positions (crestal or subcrestal), values for the crestal group being higher (1.69 ± 0.8 mm) in comparison with the subcrestal group (1.64 ± 0.7 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed subcrestally (Table 1).

Healing after twelve weeks

A comparatively larger portion of the implant surface was in direct contact with bone, in both buccal and lingual aspects, after 8 weeks of healing for both control and test implants. Post-extraction defects were still distinguishable in histological sections. However, there appeared to be more new bone in the defect area. Comparing the control and test groups for the two implant types, the difference between the buccal bone crest and the lingual bone crest (B-L) was not significant (0.95 ± 0.2 mm control group; 0.93 ± 0.3 mm test group).

The distance from the top of the implant collar to the buccal bone crest (A-B) did not show significant difference ($P > 0.05$); mean values were 1.72 ± 0.3 mm for the crestal group and 0.79 ± 0.4 mm for the subcrestal group. However, the distance from the top of the implant collar to the lingual bone crest [IS-L] did show significant difference between implant positions for both implant designs ($P = 0.1982$), values for the crestal group being higher (0.89 ± 0.6 mm) in comparison with the subcrestal group (0.81 ± 0.4 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed in the deeper position.

The distance from the top of the implant collar to the first point of BIC [IS-Bc and IS-Lc] was representative of the vertical size of the bone defect for both implant types (sky classic and blue sky); lower values were observed when the implants were inserted in the deeper position.

The distance from the base of the implant collar to the first point of BIC on the lingual

Calvo-Guirado et al. Peri-implant bone reactions to immediate implants

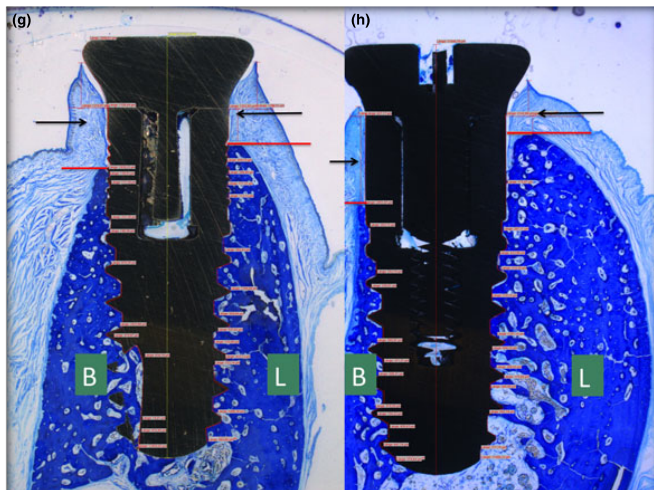


Fig. 7. (g) Buccal-lingual section after 12 weeks of healing in subcrestal group of blue sky implants. The margin of the peri-implant mucosa is located slightly apical of the implant shoulder and reaches down to the second implant microthread. The surface of the bone crest exhibits signs of ongoing remodeling. On the lingual aspect of the implant, signs of newly formed bone can be observed covering all microthreads. The buccal crest shows less resorption than in the crestal group. On the lingual aspect, the first bone-to-implant contact (BIC) is located close to the edge of the rough surface. (h) Buccal-lingual section after 12 weeks of healing in the subcrestal group of sky classic implants. On the buccal aspect, the margin of the peri-implant mucosa is located level with the polished collar. In the lingual bone crest reaches the middle of the polished collar. Red arrows show first bone-to-implant contact at bone level crests; black arrows show the barrier (junctional) epithelium. Acid fuch sine and toluidine blue staining. ($\times 10$ magnification).

aspect (IS-Lc) showed significant difference ($P = 0.0892$) between implant positions (crestal or subcrestal), values for the crestal group being higher (1.79 ± 0.1 mm) in comparison with the subcrestal group (1.74 ± 0.3 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed in the deeper position.

The distance from the base of the implant collar to the first BIC on the buccal aspect (ISBc) also showed significant difference ($P = 0.1253$) between implant positions (crestal or subcrestal), values for the crestal group being higher (1.79 ± 0.3 mm) in comparison with the subcrestal group (0.89 ± 0.5 mm). Better results were achieved by both implant designs when implants were placed in the deeper position (Table 1).

No significant differences were found in lingual bone-to-implant contact measurements ($P > 0.05$), lingual BIC being $43.54 \pm 10.22\%$ for the crestal group and $56.33 \pm 10.72\%$ for the subcrestal group (Table 4).

No significant differences were found in total BIC values ($P > 0.05$) in relation to crestal

or subcrestal implant position, BIC being $41.54 \pm 3.87\%$ for the crestal group and $56.87 \pm 3.46\%$ for the subcrestal group. (Table 2) In this way, no significant differences were found in buccal BIC ($P > 0.05$) (buccal BIC being $41.45 \pm 11.23\%$ for crestal group and $42.65 \pm 10.83\%$ for the subcrestal group [Table 3]) or lingual BIC ($P > 0.05$) (lingual BIC being $48.68 \pm 11.22\%$ for the crestal group and $61.43 \pm 11.62\%$ for the subcrestal group) (Table 4).

Radiographic observation

When radiographs taken at 12 weeks were examined, for sky classic implants, the distance from the implant platform to the crestal bone line was higher in the crestally positioned samples (0.7 ± 0.12 mm) compared with the subcrestal group (0.3 ± 0.1 mm); for blue sky implants, values in the crestal group were also higher (2.8 ± 0.2 mm) compared with the subcrestal group (0.5 ± 0.2 mm). In the subcrestal position, there was minimal bone loss with either implant design; however, when

implants were placed crestally, blue sky implants showed higher levels of crestal bone loss (Table 5).

Discussion

The dog model has been widely used to investigate bone responses to implants placed in simulated or actual extraction defects (Araujo & Lindhe 2005; Calvo-Guirado et al. 2011a), whereas human histological studies have been limited to case reports (Wilson & Higginbottom, 1998; Wilson et al. 2003). While there is strong histological evidence to show successful bone regeneration and integration of newly formed bone when the implant is placed in a submerged healing protocol (Warrar et al. 1991), the use of a non-submerged one-stage surgical protocol can be based on other research (Jung et al. 2008; Botticelli et al. 2005, 2006), in which comparisons of the two surgical protocols in an animal dog model have failed to identify significant differences in the healing of marginal defects.

The removal of single teeth followed by immediate implant placement results in marked alterations to buccal ridge dimensions as well as horizontal and vertical gaps between the bone walls and the implant (Sanz et al. 2010). The present study showed marked hard tissue alterations during the 12-week healing period following tooth extraction and immediate implant placement, which affected both buccal and lingual bone plates. Resorption of the buccal plate was seen to be more pronounced; this bone dehiscence following implant placement corroborates findings reported in previous dog experiments (Spray et al. 2000; Araujo & Lindhe 2005; Araujo et al. 2005; Cardaropoli et al. 2006; Calvo-Guirado et al. 2010; 2011b). Nevertheless, A-Bc and A-Lc values were lower for the subcrestal group. The early phases of tissue integration for implants placed in fresh extraction sockets have been described in detail. The start of bone formation is concomitant with a marked bone resorption, and socket dimensions would appear to influence the bone healing process (Vignoletti et al. 2009a,b). Moreover, an experimental study designed to determine whether the reduction in the alveolar ridge that occurs following tooth extraction and implant placement is influenced by the size of the hard tissue walls of the socket found that the marginal gap that was present between the implant and the walls of the socket at implantation disappeared as a result of bone fill and resorption of the bone crest.

Calvo-Guirado et al · Peri-implant bone reactions to immediate implants

Table 1. Brunner–Langer test (nonparametric repeated measures analysis of variance) applied to median values (mm ± standard deviation)

Placement Position	B-L mean (mm) + SD	IS-B mean (mm) + SD	IS-Bc mean (mm) + SD	IS-L mean (mm) + SD	IS-Lc mean (mm) + SD
Crestal (8 weeks)	0.85 ± 0.1	1.21 ± 0.2	1.69 ± 0.8	0.42 ± 0.2	1.69 ± 0.2
Subcrestal (8 weeks)	0.83 ± 0.8	1.28 ± 0.3	1.64 ± 0.7	0.71 ± 0.5	1.45 ± 0.2
Crestal (12 weeks)	0.95 ± 0.2	1.72 ± 0.1	1.79 ± 0.3	0.89 ± 0.6	1.79 ± 0.1
Subcrestal (12 weeks)	0.93 ± 0.3	0.79 ± 0.4*	0.89 ± 0.5	0.81 ± 0.4	1.74 ± 0.3
P value	0.07392	0.02763*	0.1253	0.1982	0.0892

The level of significance was set at $P < 0.05$. B-L, difference between buccal bone crest and lingual bone crest; A-B, distance from the top of the implant collar to the buccal bone crest; A-Bc, distance from the top of the implant collar to the first bone to implant contact in the buccal aspect; A-L, distance from the top of the implant collar to the lingual bone crest; A-Lc, distance from the top of the implant collar to the first bone to implant contact in the lingual aspect; SD, Standard deviation. (*differences between values achieving statistical significance).

Table 2. Total bone-to-implant contact (Total BIC) values (% ± standard deviation [SD]) at different time periods

	Crestal group		Subcrestal group	
	Mean values (%) + SD	P-value	Mean values (%) + SD	P-value
8 weeks	46.22 ± 4.29	0.0732	49.72 ± 2.21	0.0921
12 weeks	41.54 ± 3.87	0.0863	56.87 ± 3.46	0.4321

Table 3. Buccal bone-to-implant contact (Buccal BIC) values (% ± standard deviation [SD]) at different time periods

	Crestal group		Subcrestal group	
	Mean values (%) + SD	P-value	Mean values (%) + SD	P-value
8 weeks	39.61 ± 13.42	0.0327*	48.87 ± 10.98	0.1623
12 weeks	41.45 ± 11.23	0.0453*	42.65 ± 10.83	0.2012

*Statistically difference $P < 0.05$.

Table 4. Lingual bone-to-implant contact (Lingual BIC) values (% ± standard deviation [SD]) at different time periods

	Crestal group		Subcrestal group	
	Mean values (%) + SD	P value	Mean values (%) + SD	P value
8 weeks	43.54 ± 10.22	0.0635	56.33 ± 10.72	0.0764
12 weeks	48.68 ± 11.22	0.0821	61.43 ± 11.62	0.4356

Table 5. Radiographical observations

Radiographic crestal bone loss (mm)	Sub-crestal mean ± SD mm	Crestal mean ± SD mm
<i>N</i> = 48		
Sky classic <i>n</i> = 24	0.3 ± 0.1	0.7 ± 0.12
Blue – Sky <i>n</i> = 24	0.5 ± 0.2	2.8 ± 0.2

The modeling in the marginal defect region was accompanied by marked attenuation of the dimensions of both the delicate buccal and the wider lingual bone wall. At the buccal aspect, this resulted in some marginal loss of osseointegration (Araujo et al. 2006).

Clinically, implants are normally placed at the crestal bone level in either a submerged or a non-submerged position. Subcrestal placement of implants may be utilized in esthetic areas, where it has been suggested

that implants should be placed subcrestally to minimize the risk of metal exposure and to allow for enough space in the vertical dimension to develop an adequate emergence profile (Buser et al. 2007; Negri et al. 2012a,b). In this way, subcrestal placement of an implant may also provide an advantage by facilitating earlier bone-to-implant contact at the neck of the implant. Huang et al. (2012), in a clinical trial using multilevel, multivariate models to evaluate the influence of placement depth on bone remodeling around implants with two different types of tapered internal implant abutments (IAI) positioned crestally or subcrestally, found that tapered internal IAI configuration had no significant effect on crestal bone resorption. Moreover, subcrestal placement of tapered internal IAI had a positive impact on bone preservation around the cervix of the implant. The present

study revealed greater depth of crestal bone resorption at the lingual aspects when the implants were placed at crestal level. When the implants were placed subcrestally, the Lc and the Bc showed less resorption. This outcome corroborates the results of previous studies (Weng et al. 2008; Pontes et al. 2008). In this study, the extent of buccal and lingual resorption was similar, and values decreased when the implants were inserted in the deeper position. This agrees with a study carried out by Barros et al. 2009a,b, which evaluated bone remodeling around contiguous Morse cone-connection implants placed at different depths (equicrestally and 1.5 mm subcrestally). The subcrestal group index for crestal bone resorption was significantly lower than that of the equicrestal group. This finding agrees with a study carried out by Calvo-Guirado et al. 2013, which evaluated bone-to-implant contact and bone remodeling dynamics after immediate implant placement at different levels (equicrestally and 2 mm subcrestally). The subcrestal group showed less bone resorption than the crestal group.

Conclusions

The results of this pre-experimental study in dogs suggest that the apical positioning of the top of the implant does not jeopardize remodeling of the bone crest and peri-implant tissues. However, less resorption of the lingual and buccal crest can be expected when the implants are placed 2 mm subcrestally on both the lingual and buccal aspects. When the implants were inserted at a deeper position, the results were better for either of the implant designs tested. There are reasons to suggest that either crestal bone loss or its preservation may be partly due to a series of factors: crestal or subcrestal implant position, surgical trauma resulting from the minimal mucoperiosteal flap elevation approach, implant surface treatment, variations in alveolar ridge width unrelated to implant design.

Calvo-Guirado et al. Peri-implant bone reactions to immediate implants

Acknowledgements: The authors declare that they have no conflict of interests. The study was initiated and self-funded by the Department of General

Dentistry (C.O.I.A) and Master's Degree in Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Murcia, Spain. The study materials were kindly provided by

Bredent Medical (Germany). The authors gratefully acknowledge the assistance of Nuria García Carrillo (Veterinary Surgeon at the University of Murcia).

References

- Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B. & Brånemark, P.I. (1981) A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery* 10: 387–416.
- Araujo, M.G. & Lindhe, J. (2005) Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* 32: 212–218.
- Araujo, M.G., Sukekava, F., Wennstrom, J.L. & Lindhe, J. (2005) Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* 32: 645–652.
- Araujo, M.G., Wennstrom, J.L. & Lindhe, J. (2006a) Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clinical Oral Implants Research* 17: 606–614.
- Barros, R.R.M., Novaes, A.B. Jr, Muglia, V.A., Iezzi, G. & Piattelli, A. (2009a) Influence of inter-implant distances and placement depth on peri-implant bone remodeling of adjacent and immediately loaded Morse cone connection implants: a histomorphometric study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 21: 371–378.
- Barros, R.R.M., Novaes, A.B., Jr & Papalexiou, V. (2009b) Buccal bone remodeling after immediate implantation with a flap or flapless approach A pilot study in dogs. *Titanium* 1: 45–51.
- Botticelli, D., Berglundh, T., Persson, L.G. & Lindhe, J. (2005) Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* 32: 448–455.
- Botticelli, D., Persson, L.G., Lindhe, J. & Berglundh, T. (2006) Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 17: 351–358.
- Broggini, N., McManus, L.M., Hermann, J.S., Medina, R.U., Oates, T.W., Schenk, R.K., Buser, D., Mellonig, J.T. & Cochran, D.L. (2003) Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *Journal of Dental Research* 82: 232–237.
- Buser, D., Martin, W.C. & Belsler, U.C. (2007). *Surgical considerations for single tooth replacements in the esthetic zone: standard procedures in sites without bone deficiencies*. In: Belsler, U.C., Martin, W., Jung, R., Hammerle, C.H., Schmid, B., Morton, D. & Buser, D., eds. *ITI Treatment Guide. Implant Placement in the Esthetic Zone. Single Tooth Replacements*, 1:26–37. Berlin: Quintessence Publishing Company Ltd.
- Calvo-Guirado, J.L., Boquete-Castro, A., Negri, B., Delgado Ruiz, R., Gómez-Moreno, G. & Iezzi, G. (2013) Crestal bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. A pilot study in Foxhound dogs. *Clinical Oral Implants Research*. doi:10.1111/clr.12110.
- Calvo-Guirado, J.L., Gómez-Moreno, G., López-Mari, L., Guardia, J., Negri, B. & Martínez-González, J.M. (2011a) Crestal bone loss evaluation in osseointegrated platform implants: a 5-year study. *Clinical Oral Implants Research* 22: 1409–1414.
- Calvo-Guirado, J.L., Mate-Sanchez, J., Delgado-Ruiz, R., Ramirez-Fernández, M.P., Cutando-Soriano, A. & Peña, M. (2011b) Effects of growth hormone on initial bone formation around dental implants: a dog study. *Clinical Oral Implants Research* 22: 587–593.
- Calvo-Guirado, J.L., Ortiz-Ruiz, A.J., Negri, B., Lopez-Mari, L., Rodriguez-Barba, C. & Schlottig, F. (2010) Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. *Clinical Oral Implants Research* 21: 308–315.
- Cardaropoli, G., Lekholm, U. & Wennstrom, J.L. (2006) Tissue alterations at implant-supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clinical Oral Implants Research* 17: 165–171.
- Carlsson, L., Rostlund, T., Albrektsson, B. & Albrektsson, T. (1988) Implant fixation improved by close fit. Cylindrical implant-bone interface studied in rabbits. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 59: 272–275.
- Degidi, M., Nardi, D. & Piattelli, A. (2011) One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clinical Oral Implants Research* 22: 1303–1307.
- Degidi, M., Novaes, A.B., Jr, Nardi, D. & Piattelli, A. (2008) Outcome analysis of immediately placed, immediately restored implants in the esthetic area: the clinical relevance of different interimplant distances. *Journal of Periodontology* 79: 1056–1061.
- Donovan, R., Fetner, A., Koutozis, T. & Lundgren, T. (2010) Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: 1 year radiographic evaluation. *Journal of Periodontology* 81: 428–434.
- Esposito, M., Hirsch, J.M., Lekholm, U. & Thomsen, P. (1998) Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II) Etiopathogenesis. *European Journal of Oral Science* 106: 721–764.
- Fickl, S., Zuhr, O., Stein, J.M. & Hürzeler, M.B. (2010) Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 25: 577–581.
- Hammerle, C.H., Bragger, U., Burgin, W. & Lang, N.P. (1996) The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clinical Oral Implants Research* 7: 111–119.
- Huang, B., Meng, H., Piao, M., Xu, L., Zhang, L. & Zhu, W. (2012) Influence of placement depth on bone remodeling around tapered internal connection implant, a clinical and radiographic study in dogs. *Journal of Periodontology* 83: 1164–1171.
- Jung, R.E., Jones, A.A., Higginbottom, F.L., Wilson, T.G., Schoolfield, J., Buser, D., Hammerle, C.H. & Cochran, D.L. (2008) The influence of non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. *Journal of Periodontology* 79: 260–270.
- Koh, R.U., Oh, T.J., Neiva, G.F., Mish, C.E., Rothman, E.D. & Wang, H.L. (2011) Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *Journal of Periodontology* 82: 1112–1120.
- Lang, N.P., Salvi, G.E., Huynh-Ba, G., Ivanovski, S., Donos, N. & Bosshardt, D.D. (2011) Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clinical Oral Implants Research* 22: 349–356.
- Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Pardo Zamora, G., Ramirez Fernandez, M.P., Delgado Ruiz, R. & Munoz Guzon, F. (2012a) Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part I: a pilot study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 23: 228–235.
- Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Ramirez-Fernandez, M.P., Maté Sánchez-de Val, J., Guardia, J. & Muñoz-Guzón, F. (2012b) Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone Part II: a pilot study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 23: 236–244.
- Novaes, A.B., Jr, de Oliveira, R.R., Taba, M. Jr, de Souza, S.L., Palioto, D.B., Grisi, M.F. & Papalexiou, V. (2005) Crestal bone loss minimized when following the crestal preparation protocol: a histomorphometric study in dogs. *Journal of Oral Implantology* 31: 276–282.
- Novaes, A.B., Jr, Suaid, F., Queiroz, A.C., Muglia, V.A., Souza, S.L., Palioto, D.B., Taba, M., Jr & Grisi, M.F. (2012) Buccal bone plate remodeling after immediate implant placement with and without synthetic bone grafting and flapless surgery: radiographic study in dogs. *Journal of Oral Implantology* 38: 687–697.
- Piattelli, A., Scarano, A. & Quaranta, M. (1997) High-precision, cost-effective cutting system for producing thin sections of oral tissues containing dental implants. *Biomaterials* 18: 577–579.
- Pontes, A.E.F., Ribeiro, F.S., Iezzi, G., Piattelli, A., Cirelli, J.A. & Marcantonio, E., Jr. (2008) Biologic width changes around loaded implants inserted in different levels in relation to crestal bone: histometric evaluation in canine mandible. *Clinical Oral Implants Research* 19: 483–490.

- Rodríguez-Ciurana, X., Vela-Nebot, X., Segalà-Torres, M., Calvo-Guirado, J.L., Cambra, J., Méndez-Blanco, V. & Tarnow, D.P. (2009) The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants. *International Journal of Periodontics Restorative Dentistry* **29**: 141–151.
- Sanz, M., Cecchinato, D., Ferrus, J., Pjetursson, E.B., Lang, N.P. & Lindhe, J. (2010) A prospective, randomized controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 13–21.
- Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L. & Karring, T. (2003) Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **23**: 313–323.
- Spray, J.R., Black, C.G., Morris, H.F. & Ochi, S. (2000) The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Annals of Periodontology* **5**: 119–128.
- Tran, B.L.T., Chen, S.T., Caiáfa, A., Davies, H.M.S. & Darby, I.B. (2010) Transmucosal healing around peri-implant defects: crestal and subcrestal implant placement in dogs. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 794–803.
- Vignoletti, F., de Sanctis, M., Berglundh, T., Abrahamsson, I. & Sanz, M. (2009b) Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: an experimental study in the beagle dog. II: ridge alterations. *Journal of Clinical Periodontology* **36**: 688–697.
- Vignoletti, F., Johansson, C., Albrektsson, T., De Sanctis, M., San Roman, F. & Sanz, M. (2009a) Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: an experimental study in the beagle dog. De novo bone formation. *Journal of Clinical Periodontology* **36**: 265–277.
- Warrar, L., Gotfredsen, K., Hjørtting-Hansen, E. & Karring, T. (1991) Guided tissue regeneration ensures osseointegration of dental implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Clinical Oral Implants Research* **2**: 166–171.
- Welander, M., Abrahamsson, I. & Berglundh, T. (2009) Placement of two-part implants in sites with different buccal and lingual bone heights. *Journal of Periodontology* **80**: 324–329.
- Weng, D., Nagata, M.J.H., Bell, M., Bosco, A.F., de Melo, L.G.N. & Richter, E.J. (2008) Influence of microgap location and configuration on the peri-implant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* **19**: 1141–1147.
- Wilson, T.G., Jr & Higginbottom, F.L. (1998) Periodontal diseases and dental implants in older adults. *Journal of Esthetic Dentistry* **10**: 265–271.
- Wilson, T.G., Jr, Carnio, J., Schenk, R. & Cochran, D. (2003) Immediate implants covered with connective tissue membranes: human biopsies. *Journal of Periodontology* **74**: 402–409.

8.1.2 Publicación 2:

CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH

José Luis Calvo-Guirado
 Patricia Jara López-López
 José Eduardo Maté Sánchez
 de val
 Javier Mareque-Bueno
 Rafael Arcesio Delgado-Ruiz
 Georgios E. Romanos

Influence of collar design on peri-implant tissue healing around immediate implants: A pilot study in Foxhound dogs

Authors' affiliations:

José Luis Calvo-Guirado, Patricia Jara López-López, José Eduardo Maté Sánchez de val Faculty of Medicine and Dentistry, University of Murcia, Murcia, Spain
 Javier Mareque-Bueno, Faculty of Dentistry, International University of Catalonia, Barcelona, Spain
 Rafael Arcesio Delgado-Ruiz, Georgios E. Romanos, School of Dental Medicine, Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA

Corresponding author:

José Luis Calvo-Guirado
 Faculty of Medicine and Dentistry
 University of Murcia
 2^a Planta Clínica Odontológica
 Calle Marques de los Velez S/n
 Hospital Morales Meseguer. 30007
 Murcia
 Spain
 Tel.: +868888584
 Fax: +968268353
 e-mail: joseluis.calvo@um.es

Key words: collar design, crestal bone, immediate implant placement, soft tissue

Abstract

Purpose: The study aims to assess the soft tissue level (STL) and crestal bone level (CBL), of titanium dental implants with different mixed collar abutments configurations.

Materials and methods: This study included 48 implants with the same dimensions. They were divided into two groups of 24 implants each one: implants with a polished collar of 2 mm plus a roughened area of 0.8 mm (CONTROL) and implants with a polished collar of 0.8 mm plus a micro-threaded and roughened area of 2 mm (TEST). The implants were inserted randomly in the post-extraction sockets of P₂, P₃, P₄, and M₁ bilaterally in the lower jaw of six foxhound dogs. STL and CBL were evaluated after 8 and 12 weeks by histology and histometry.

Results: All implants were clinically and histologically osseointegrated. Healing patterns examined microscopically at 8 and 12 weeks for both groups yielded similar qualitative findings for the STL evaluation, without significant differences between groups ($P > 0.05$). CBL was significantly higher in the buccal side in comparison with the lingual side for both groups ($P < 0.05$); the comparison between groups at 8 weeks showed IS-B (distance from the implant shoulder to the top of the bony crest) and IS-C (distance from the implant shoulder to the first bone-to-implant contact) values significantly higher for control group in comparison with test ($P < 0.05$). At 12 weeks, CBL showed increased values for both groups that were higher in controls group in comparison with test ($P < 0.05$).

Conclusions: Bony crest resorption could not be avoided both at test and control sites. However, the neck conformation at the test sites reduced the buccal bone resorption. Soft tissue dimensions were similar both at the test and control sites.

The bone loss around dental implants, inserted in post-extraction or healed sites, occurs mainly during the first year (Wang & Lang 2012), different animal and human experiments have demonstrated that the reduction in the height of the alveolar ridge occurred as a consequence of the tooth extraction and in the absence of mechanical stimulus to the bone (Schropp et al. 2003; Araújo et al. 2005), and a more pronounced resorption on the buccal aspect compared with the resorption of the lingual aspect would be expected after some time (Botticelli et al. 2004; Araújo & Lindhe 2005). The technique of immediate implant insertion following the tooth extraction has been used to reduce the total time of the treatment, thus allowing shorter rehabilitation periods for the patient (Cochran et al. 2004). However, the implant placement in fresh extractions socket

apparently, it is unable to stop the process of bone remodeling (Araújo et al. 2005; Barros et al. 2009a, b). The peri-implant tissues surrounding titanium implants has been studied in series of animal experiments, factors as: timing of implant insertion, insertion depth, and implant design have demonstrated to exert different effects on the bone healing (Abrahamsson et al. 1996, 1998, 1999; Ericsson et al. 1995; Negri et al. 2012a, b; Calvo-Guirado et al. 2013a, b). Some studies stated that immediate implants placed in a non-traumatic extraction socket could preserve soft and hard tissue dimensions of the alveolar ridge (Novaes et al. 2005), and the preservation of the crestal bone, therefore, increases the probability of papillae formation, thus the esthetic result could be improved (Degidi et al. 2008). The etiologic factors that could explain the crestal bone

Date:
 Accepted 22 February 2014

To cite this article:
 Calvo-Guirado JL, López-López PJ, de val JE Maté Sánchez, Mareque-Bueno J, Delgado-Ruiz RA, Romanos GE. Influence of collar design on peri-implant tissue healing around immediate implants: A pilot study in Foxhound dogs. *Clin. Oral Impl. Res.* 00, 2014, 1–8
 doi: 10.1111/cir.12374

© 2014 John Wiley & Sons A/S. Published by John Wiley & Sons Ltd

1

Calvo-Guirado et al. Influence of implant collar design on peri-implant tissues

loss have not clarified, some studies reported that among the etiologic factors could be included: the surgical trauma (Esposito et al. 2007), the implant abutment microgap (Brogini et al. 2003), the establishment of the biologic width (Baffone et al. 2013; Bengazi et al. 2013), and the implant design (Degidi et al. 2011; Fickl et al. 2010). Designs and surfaces are critical for determining the amount of bone loss that could occur at crestal bone level (Oh et al. 2002; Rodríguez-Ciurana et al. 2009;

Calvo-Guirado et al. 2010). It has been suggested that the design and surface of the neck of the implant could be considered as alternatives to reduce the crestal bone loss (Hürzeler et al. 2007). Clinical and experimental studies have demonstrated that implants designed with a shorter, smooth coronal collar caused no additional bone loss and help might reduce the risk of an exposed metal implant margin in areas of esthetic concern (Alomrani et al. 2005). In addition microgrooved implants may facilitate the attachment of hard and soft tissues and reduce the level of marginal bone loss (Shin & Han 2009; Negri et al. 2012c; Delgado-Ruiz et al. 2013). Moreover, the presence of microthreads at the neck area may provide more favorable mechanical conditions to stabilize the marginal bone via interlocking of the implant and the crestal bone (Shin et al. 2006; Lee et al. 2007; Stanford 2008). Given that the bone loss and soft tissue modifications after the tooth extraction compromise the selection of implants, the esthetics, and the functional results (Tran et al. 2010), it is important to understand the effects of different implant neck designs on the peri-implant tissues remodeling, especially in the critical case of immediate post-extraction implants.

The Bredent® Implant system (Bredent Medical®, Senden, Germany) have available titanium dental implants with two different mixed collar configurations: Sky Classic® (polished collar of 2 mm in height plus a 0.8 mm roughened surface) and Blue Sky® (polished collar of 0.8 mm plus microthreads in 2 mm), however the literature lack of references about their behavior in post-extraction sockets.

The aims of this study were to evaluate the biologic width and the crestal bone loss around immediate post-extraction implants with two different mixed collar configurations.

Material and methods

Six male FoxHound dogs of approximately 1 year of age, each weighing 14–17 kg, were

used in the experiment. The Ethics Committee for Animal Research at the University of Murcia, Spain, approved the study protocol which followed guidelines established by the European Union Council Directive of November 24th, 1986 (86/609/EEC). Animals were quarantined for the application of anti-rabies vaccine and vitamins. The animals were kept in kennel cages pre- and postoperatively, received appropriate veterinary care, and were provided with free access to water and standard laboratory nutritional support throughout the trial period. Following surgery, the animals received antibiotics (Enrofloxacin 5 mg/kg twice daily) and analgesics (Meloxicam 0.2 mg/kg, three times a day) via the systemic route. Clinical veterinary examination determined that the dogs were in good general health.

Surgical procedure

The animals were pre-anesthetized with acepromazine 0.12–0.25 mg/kg, buprenorphine (0.01 mg/kg), and metomidine (35 µg/kg). The mixture was injected intramuscularly in the femoral quadriceps. Animals were then taken to the operating theater where, at the earliest opportunity, an intravenous catheter was inserted (diameter 22 or 20 G) into the cephalic vein and propofol was infused at the rate of 0.4 mg/kg/min at a slow constant infusion rate. Conventional dental infiltration anesthesia (articaine 40 mg, 1% epinephrine) was administered at the surgical sites.

These procedures were carried out under the supervision of a veterinary surgeon.

Mandibular premolars and molars (P₂, P₃, P₄, M₁) were extracted bilaterally. Sulcular incisions were performed starting at the

distal surface of P₁ to the mesial surface of M₂, full thickness mucoperiosteal flaps were elevated, the teeth were sectioned in buccolingual direction at the bifurcation using a tungsten carbide bur, after that the roots were individually extracted, without damaging the remaining bony walls (Fig. 1). The dimensions of the sockets were measured using sliding callipers, and mean alveolar ridge measurements were determined. Posteriorly implants were inserted (Fig. 2).

Forty-eight implants (Bredent Medical) with the same dimensions were randomly allocated and inserted. Two different collar designs were used: Sky Classic (*n* = 24), tapered implant, internal connection, 4 mm diameter × 10 mm length with a collar 2.8 mm length with a mixed configuration: polished area of 2 mm plus a 0.8 mm roughened (CONTROL GROUP), and Blue Sky (*n* = 24), tapered implant internal connection 4 mm diameter × 10 mm length with a collar of 2.8 mm length with a mixed configuration: polished area of 0.8 mm plus microthreads 2 mm (TEST GROUP) (Fig. 3).

The implants were inserted in position of mandibular premolars and molars (P₂, P₃, P₄, M₁), 1 mm subcrestally at the lingual plate, with an insertion torque ≥35 Ncm, and later the healing abutments were screwed at 20 Ncm on each implant.

The flaps were repositioned using single dissolvable sutures around the healing abutments (Dexon 3-0, Davis & Geck; American Cyanamid Co., Wayne, NJ, USA). During the first week after surgery, the animals received antibiotics and analgesics: Amoxicillin (500 mg, twice daily) and ibuprofen (600 mg, three times a day) via the systemic route.

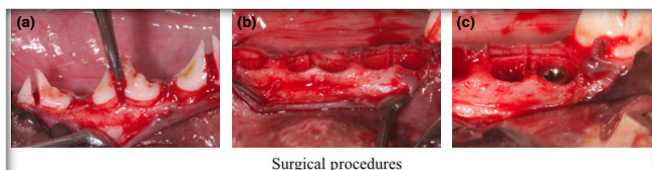


Fig. 1. Surgical procedures. (a) Sectioned teeth and procedure of tooth luxation; (b) post-extraction sockets; (c) implant inserted 1 mm subcrestally.

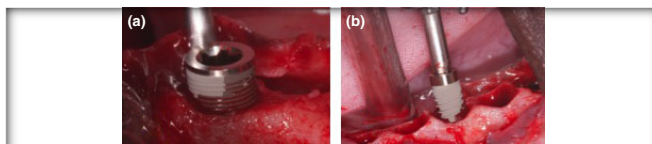


Fig. 2. Two implants were randomly inserted in each hemimandible (a) Blue Sky (test); (b) Sky classic (control).

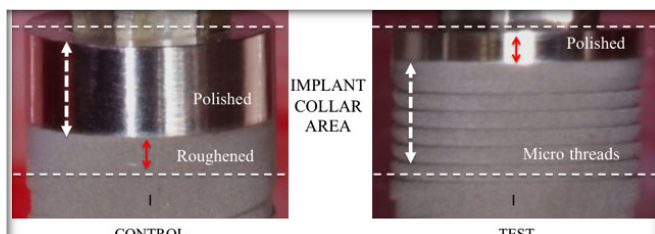


Fig. 3. Experimental groups. The collar area in both groups have 2.8 mm length, but have a different configuration. (a) CONTROL GROUP: The white lines are limiting the collar area, formed by a polished surface of 2 mm plus a roughened surface of 0.8 mm; (b) TEST GROUP: The white lines are limiting the collar area, formed by a polished surface of 0.8 mm plus a microthreaded area of 2 mm.

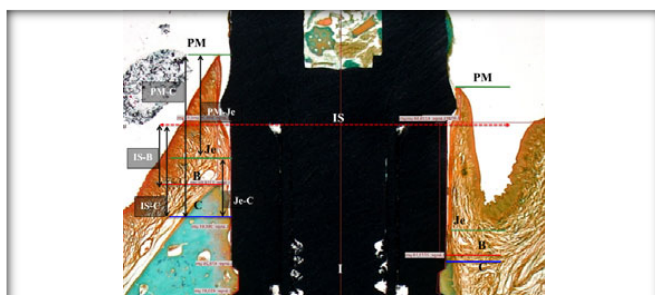


Fig. 4. Landmarks used for the histometric study. Implant shoulder (IS), the top of the bony crest (B), the first bone-to-implant contact (C), the top of the peri-implant mucosa (PM), and the apical portion of the junctional epithelium (Je), implant body (I). Distance from the top of the mucosa to the first bone-to-implant contact (PM-C), distance from the top of the mucosa to the junction epithelium (PM-Je), distance from the implant shoulder to the top of the crestal bone (IS-B), distance from the implant shoulder to the first bone-to-implant contact (IS-C), and distance from the junction epithelium to the first bone-to-implant contact (Je-C) [$\times 10$ magnification]. Masson's trichrome staining. $5\times$ magnification.

The dogs were fed a soft diet for 14 days after that a normal pellet diet was established.

The sutures were removed after 2 weeks.

The animals were euthanized after 8 weeks ($n = 3$) and 12 weeks ($n = 3$) after surgery administering an overdose of Pentothal Natrium (Abbot Laboratories, Madrid, Spain) and then perfused with a fixative (formaldehyde) through the carotid arteries.

Histological sample preparation

Each mandible containing the implants and hard and soft tissues was block-sectioned and immersed in a fixative solution of 4% formalin. The fixed samples were dehydrated in a graded ethanol series using a dehydration system with agitation and a vacuum. The blocks were infiltrated with Technovit 7200[®] resin (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany). The infiltrated specimens were placed into embedding molds, and polymerization was performed under ultraviolet light. The polymerized blocks were then sectioned in bucco-

lingual direction, parallel to the long axis of each implant. Two slices were obtained per implant, and the slices were reduced by micro-grinding and polishing using an Exakt grinding unit to an even thickness of approximately 30–60 μm . Staining was performed using Masson's trichrome staining. The sections were imaged and analyzed using light microscopy (Olympus BX 61, Hamburg, Germany).

Histometric evaluation

The following landmarks were identified for the soft tissue analysis: implant shoulder (IS), top of the bony crest (B), first bone-to-implant contact (C), top of the peri-implant mucosa (PM), and the apical portion of the junctional epithelium (Je) (Fig. 4).

A final analysis was performed by batch processing of the prepared images. Two types of bone in direct contact with the implant surface were differentiated: newly formed bone and native bone. The total amount of bone in contact with the implant was

calculated as the sum of native bone and newly formed bone. The following measurements were performed in the lingual and buccal aspects:

PM-C: Distance from the top of the peri-implant mucosa to the first bone-to-implant contact, expressed in millimeter
PM-Je: Distance from the top of the peri-implant mucosa to the apical portion of the junction epithelium, expressed in millimeter

Je-C: Distance from the top of the apical portion of the junction epithelium to the first bone-to-implant contact, expressed in millimeter

IS-B: Distance from the implant shoulder to the top of the bony crest, expressed in millimeter.

IS-C: Distance from the implant shoulder to the first bone-to-implant contact, expressed in millimeter. (Fig. 4).

Statistical analysis

Differences between test (implant) and control (implants) sites were analyzed with Wilcoxon test for paired observations. The level of significance was set at a $P < 0.05$.

Equal medians were regarded as the null hypothesis, while the existence of significant differences between medians acted as an alternative hypothesis.

The medians of differences between groups were analyzed using the Brunner–Langer test (nonparametric repeated measures analysis of variance) for both groups ($n = 24$ control group, $n = 24$ test group) considering data from a single dog to be dependent. To determine the resorption of the alveolar crest during bone remodeling, the location of the implant shoulder in relation to the bone crest was considered. Consequently, the measurements of the distances from the implant shoulder (IS) to the alveolar bone crest (BC) can be expressed in absolute or relative terms. Differences between Sky classic and Blue Sky implants were analyzed using IBM SPSS Statistics V.19 (IBM Inc. Chicago, IL, USA).

Results

Clinical and histological observation

The surgical sites healed uneventfully without symptoms of inflammation, and no implant or healing abutment was lost.

A common characteristic was a long junction epithelium (Je), observed in all the evaluated samples, connective tissue contact with the healing abutment was not appreciated,

however in the roughened area of the collar the connective tissue established direct contact with the implant surface without differences between groups.

At 8 weeks, it was noted that the apical portion of the microthreaded area test group was occupied by newly formed bone occurred around vascular structures; the thin barrier epithelium was continuous with a connective tissue with scattered inflammatory cells. In control group, the peri-implant mucosa was located slightly coronal of the implant shoulder and was covered with a well-keratinized oral epithelium that was continuous with a short barrier epithelium that was facing the polished portion or the marginal rough surface of the implant. The connective tissue interposed between the apical cells of the barrier epithelium and the bone crest also exhibits new bone formation as far as the polished titanium collar on both buccal and lingual aspects.

At 12 weeks, the top of the crest of the lingual bone wall was located close to the marginal region of the rough surface, while the buccal crest had a more apical location. The region between implant and the bone had primary osteons comprised of similar amounts of woven, parallel-fibered, and lamellar bone. Buccal bone walls were thinner than the lingual walls. Newly formed bone was situated in the peri-implant marginal area and between the implant threads.

In both groups, was evident the bone remodeling, as a reduction in the original bone level, in relation with the implant shoulder. In TEST group, the surface of bone crest exhibits signs of ongoing remodeling.

On the lingual and buccal aspect, newly formed bone was observed covering the implant neck and the microthreads. In CONTROL group, the margin of peri-implant mucosa was located at the level of the polished collar, in the buccal and lingual plate of the implants, we observed signs of remodeling. (Figs 5 and 6).

Histometric analysis

Soft tissues

Eight weeks

The PM-C distance in buccal and lingual sides did not show differences between groups ($P > 0.05$). The PM-Je distance showed slightly higher values for the lingual side in both groups in comparison with the buccal side ($P < 0.05$); the Je-C distance did not show differences between groups ($P > 0.05$). Table 1.

Twelve weeks

In comparison with the 8 weeks period, all the values were increased. The PM-C distance in buccal and lingual sides does not showed differences between groups ($P > 0.05$). The PM-Je

distance showed slightly higher values for the lingual side in both groups in comparison with the buccal side ($P < 0.05$); the Je-C distance do not showed differences between groups ($P > 0.05$). Table 2.

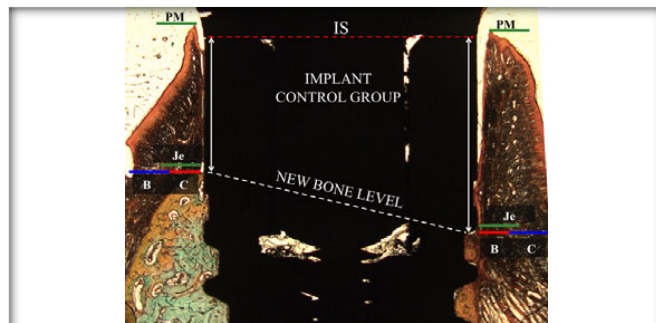


Fig. 5. Histometry of the control implant. Implant shoulder (IS), the top of the bony crest (B), the first bone-to-implant contact (C), the top of the peri-implant mucosa (PM), and the apical portion of the junctional epithelium (Je), implant body (I). The B and C are at the same level. The white dotted lines are showing the new bone level after 12 weeks. Masson's trichrome staining. 5x magnification.

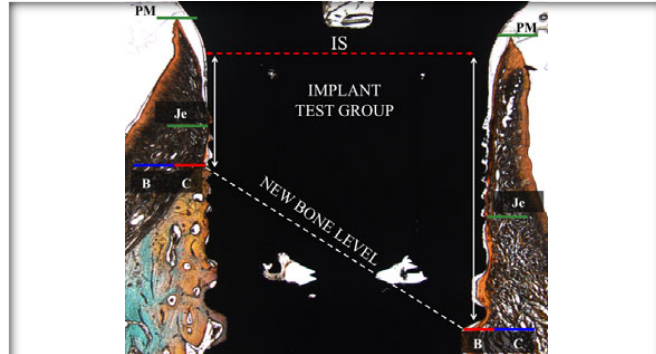


Fig. 6. Histometry of the test implant. Implant shoulder (IS), the top of the bony crest (B), the first bone-to-implant contact (C), the top of the peri-implant mucosa (PM), and the apical portion of the junctional epithelium (Je), implant body (I). The B and C are at the same level. The white dotted line are showing the new bone level after 12 weeks. Masson's trichrome staining. 5x magnification.

Table 1. Histometric measurements of the peri-implant bone levels (mean mm ± SD) at 8 weeks of healing

	Sky classic				Blue Sky			
	Buccal	P	Lingual	P	Buccal	P	Lingual	P
8 weeks								
IS-B	2.32 ± 0.36	0.04*	1.66 ± 0.20	0.01*	1.92 ± 0.35	0.01*	1.11 ± 0.65	0.04*
IS-C	2.62 ± 0.38	0.03*	2.23 ± 0.27	0.02*	1.98 ± 0.34	0.03*	1.48 ± 0.46	0.03*

IS-B, distance from the implant shoulder to the top of the bony crest; IS-C, distance from the implant shoulder to the first bone-to-implant contact; the level of significance was set at * $P < 0.05$.

Table 2. Histometric measurements of the peri-implant soft tissue component (mean mm ± SD) at 8 weeks of healing

	Sky classic				Blue Sky			
	Buccal	P	Lingual	P	Buccal	P	Lingual	P
8 weeks								
PM-C	3.30 ± 0.53	0.32	2.98 ± 0.58	0.26	2.97 ± 0.58	0.17	2.86 ± 0.53	0.14
PM-Je	1.59 ± 0.61	0.21	1.83 ± 0.57	0.04*	1.43 ± 0.52	0.16	1.18 ± 0.64	0.03*
Je-C	1.33 ± 0.38	0.37	1.10 ± 0.34	0.31	1.20 ± 0.35	0.24	1.16 ± 0.49	0.22

PM-C, distance from the top of the peri-implant mucosa to the first bone-to-implant contact; PM-Je, distance from the top of the peri-implant mucosa to the apical portion of the barrier (junctional) epithelium; Je-C, distance from the apical portion of the barrier (junctional) epithelium to the first bone-to-implant contact; the level of significance was set at * $P < 0.05$.

Table 3. Histometric measurements of the peri-implant bone levels (mean mm ± SD) at 12 weeks of healing

	Sky classic				Blue Sky			
	Buccal	P	Lingual	P	Buccal	P	Lingual	P
12 weeks								
IS-B	2.39 ± 0.33	0.04*	1.72 ± 0.22	0.23	1.98 ± 0.34	0.02*	1.23 ± 0.52	0.128
IS-C	2.69 ± 0.37	0.02*	2.31 ± 0.30	0.24	2.03 ± 0.35	0.03*	1.55 ± 0.56	0.04*

IS-B, distance from the implant shoulder to the top of the bony crest; IS-C, distance from the implant shoulder to the first bone-to-implant contact; the level of significance was set at * $P < 0.05$.

Table 4. Histometric measurements of the peri-implant soft tissue component (mean mm ± SD) at 12 weeks of healing

	Sky classic				Blue Sky			
	Buccal	P	Lingual	P	Buccal	P	Lingual	P
12 weeks								
PM-C	3.44 ± 0.47	0.24	3.22 ± 0.49	0.34	2.99 ± 0.53	0.45	2.96 ± 0.55	0.217
PM-Je	1.62 ± 0.49	0.32	1.84 ± 0.53	0.03*	1.44 ± 0.53	0.79	1.18 ± 0.68	0.01*
Je-C	1.35 ± 0.33	0.54	1.11 ± 0.42	0.34	1.21 ± 0.44	0.42	1.19 ± 0.51	0.216

PM-C, distance from the top of the peri-implant mucosa to the first bone-to-implant contact; PM-Je, distance from the top of the peri-implant mucosa to the apical portion of the barrier (junctional) epithelium; Je-C, distance from the apical portion of the barrier (junctional) epithelium to the first bone-to-implant contact; the level of significance was set at * $P < 0.05$.

Hard tissues (CBL)

Eight weeks

The IS-B distance in buccal side was significantly higher for control groups in comparison with test groups ($P < 0.05$); at the lingual side, no significant differences were observed ($P > 0.05$).

The IS-C distance was significantly higher for buccal and lingual sides of the control group in comparison with the test ($P > 0.05$). Table 3.

Twelve weeks

Increased distances in comparison with the 8 weeks period were observed in both groups.

The IS-B distance in buccal side was significantly higher for control groups in comparison with test groups ($P < 0.05$); at the lingual side, no significant differences were observed ($P > 0.05$).

The IS-C distance was significantly higher for buccal and lingual sides of the control group in comparison with the test ($P > 0.05$). Table 4.

Discussion

The purpose of this study was to compare two different types of implants with the same dimensions (diameter and length), same thread configuration, and same surface treatment, but with different collar design. Thus, we were able to isolate the effects of the collar design in the formation of the biologic width and in the crestal bone remodeling.

The implants were inserted immediately post-extraction. Our results showed that the collar design was not able to modify the biologic width formation in terms of distance between the top of the peri-implant mucosa to the first bone-to-implant contact; however, the insertion depth could exerted some effect in this factor.

In the present study, the top of the peri-implant soft tissues was located coronal to the microgap (union between healing abutment and implant shoulder) probably caused by the insertion of the implants which provides additional surface for the establishment

of the biologic width. This results are in agreement with the results of Cochran et al. 2013. They inserted immediate post-extraction implants 1 mm above and 1 mm below the alveolar crest, with and without platform switching; they found that in the implants inserted 1 mm below, the alveolar crest and with platform switching the soft tissues were extended coronal to the microgap at 12 weeks their explanation was the presence of the platform switching that provides surface for the establishment of the biologic width.

The present study showed marked hard tissue alterations during the 12-week healing period following tooth extraction and immediate implant placement, which affected both buccal and lingual bone plates; this results are in agreement with the results reported by Calvo-Guirado et al. 2010, 2011a, b, whom in dog studies found bony crest resorption at the crestal level with values between 1.5 and 2.7 mm in immediate post-extraction implants.

In general, wound healing around implant can be influenced by the following four material-related factors: (i) physicochemical properties of the implant material, (ii) mechanical properties of the implant, (iii) surface topography of the material, the macrotopography and the microtopography, and the overall shape and design of the implant (Walboomers & Jansen 2001). It was demonstrated that micro-machined grooved surfaces of sufficient depth can produce obliquely oriented connective tissue ingrowth, and it was inferred that such a connective tissue/implant interface was responsible for the inhibition of epithelial downgrowth observed (Chehroudi et al. 1989, 1990). On the other hand, in posterior studies, implant surface characteristics, the differences did not reach a statistical significance (Gottfredsen & Karlsson 2001; Wennström et al. 2004). Also, more studies showed significant differences when implants and collars design were (Lee et al. 2007; Negri et al. 2012a, b; Shin & Han 2010). In the present study, better results were obtained at the implants with microthread design compared to that with a polished collar that is in agreement with other studies (Shin & Han 2010; Negri et al. 2012a, b; Nickenig et al. 2009).

These results are in agreement with previous works that used microthreaded implants at the neck area inserted in post-extraction sockets, which revealed less resorption at the crestal bone level (Lee et al. 2007; Shin & Han 2009).

In a clinical study (Nickenig et al. 2009), the marginal mesial and distal bone levels

Calvo-Guirado et al. Influence of implant collar design on peri-implant tissues

adjacent to implants were analyzed by radiography. Implants with either machined-neck or rough surface microthreaded configuration were installed. It was shown that the microthreaded design minimized the marginal bone loss.

However, the evaluation of the proximal surfaces could mask the real buccal and lingual bone remodeling; in addition, this study used radiographic techniques that could underestimate the real crestal bone loss.

The present work has some limitations: The implant insertion was evaluated by peri-odontal probes to ensure the same insertion depth; however, different anatomical locations could have different remodeling rates. A factor that was not studied in this work and not value are the healing abutments in this study, and their influences in the orientation

of collagen fibers (Delgado-Ruiz et al. 2013; Degidi et al. 2012).

The procedure of multiple roots' extractions more aggressive than the preservation of roots next to the implant zone, thus the increased surgical trauma could result in higher bone remodeling rates. To counteract the effects of the multiple extractions, an extremely conservative flap and a primary closure around the healing abutments were performed at the end of the procedures (Favero et al. 2012, 2013).

Conclusions

Within the limitation of this animal study, bony crest resorption could not be avoided both at test and control sites. However, the

neck conformation at the test sites reduced the buccal bone resorption. Soft tissue dimensions were similar for both at the test and control sites after 8 and 12 weeks of healing.

Acknowledgements: The authors declare that they have no conflict of interests. The study was initiated and self-funded by the Department of General Dentistry (C.O.I.A) and Master's Degree in Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Murcia, Spain. The study materials were kindly provided by Bredent Medical (Germany). The authors gratefully acknowledge the assistance of Nuria Garcia Carrillo (Veterinary Surgeon at the University of Murcia).

References

- Abrahamsson, I., Berglundh, T., Clantz, P.O. & Lindhe, J. (1998) The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *Journal of Clinical Periodontology* **25**: 721–727.
- Abrahamsson, I., Berglundh, T., Moon, I.S. & Lindhe, J. (1999) Peri-implant tissues at submerged and nonsubmerged titanium implants. *Journal of Clinical Periodontology* **26**: 600–607.
- Abrahamsson, I., Berglundh, T., Wennström, J. & Lindhe, J. (1996) The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clinical Oral Implant Research* **7**: 212–219.
- Alomrani, A.N., Hermann, J.S., Jones, A.A., Buser, D., Schoolfield, J. & Cochran, D.L. (2005) The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: a radiographic study in the canine mandible. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **20**: 677–686.
- Araújo, M.G. & Lindhe, J. (2005) Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* **32**: 212–218.
- Araújo, M.G., Sukekeva, F., Wennström, J.L. & Lindhe, J. (2005) Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* **32**: 645–652.
- Baffone, G.M., Botticelli, D., Pereira, F.P., Favero, G., Schweikert, M. & Lang, N.P. (2013) Influence of buccal bony crest width on marginal dimensions of peri-implant hard and soft tissues after implant installation. An experimental study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* **24**: 250–254.
- Barros, R.R.M., Novaes, A.B., Jr, Muglia, V.A., Iezzi, G. & Piattelli, A. (2009a) Influence of interimplant distances and placement depth on peri-implant bone remodeling of adjacent and immediately loaded Morse cone connection implants: a histomorphometric study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 371–378.
- Barros, R.R.M., Novaes, A.B., Jr & Papapeliou, V. (2009b) Buccal bone remodeling after immediate implantation with a flap or flapless approach: a pilot study in dogs. *Titanium* **1**: 45–51.
- Bengazi, F., Lang, N.P., Caroprese, M., Urbizo Velez, J., Favero, V. & Botticelli, D. (2013) Dimensional changes in soft tissues around dental implants following free gingival grafting: an experimental study in dogs. *Clinical Oral Implants Research*. doi: 10.1111/clr.12380.
- Botticelli, D., Berglundh, T. & Lindhe, J. (2004a) Hard tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *Journal of Clinical Periodontology* **31**: 820–828.
- Broggini, N., McManus, L.M., Hermann, J.S., Medina, R.U., Oates, T.W., Schenk, R.K., Buser, D., Mellonig, J.T. & Cochran, D.L. (2003) Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *Journal of Dental Research* **82**: 232–237.
- Calvo-Guirado, J.L., Aguilar-Salvatierra, A., Gomez-Moreno, G., Guardia, J., Delgado-Ruiz, R.A. & Mate-Sanchez de Val, J.E. (2013b) Histological, radiological and histomorphometric evaluation of immediate vs non-immediate loading of zirconia implant with surface treatment in a dog model. *Clinical Oral Implants Research*. doi: 10.1111/clr.12145.
- Calvo-Guirado, J.L., Boquete-Castro, A., Negri, B., Delgado Ruiz, R., Gomez-Moreno, G. & Iezzi, G. (2013a) Crestal bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. A pilot study in Foxhound dogs. *Clinical Oral Implants Research*. doi:10.1111/clr.12110.
- Calvo-Guirado, J.L., Gomez-Moreno, G., Lopez-Mari, L., Guardia, J., Negri, B. & Martínez-González, J.M. (2011a) Crestal bone loss evaluation in osseointegrated platform implants: a 5-year study. *Clinical Oral Implants Research* **22**: 1409–1414.
- Calvo-Guirado, J.L., Mate-Sanchez, J., Delgado-Ruiz, R., Ramirez-Fernandez, M.P., Cutando-Soriano, A. & Peña, M. (2011b) Effects of growth hormone on initial bone formation around dental implants: a dog study. *Clinical Oral Implants Research* **22**: 587–593.
- Calvo-Guirado, J.L., Ortiz-Ruiz, A.J., Negri, B., López-Mari, L., Rodríguez-Barba, C. & Schlottig, F. (2010) Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 308–315.
- Chehroudi, B., Gould, T.R.L. & Brunette, D.M. (1989) Effects of a grooved titanium coated implant surface on epithelial cell behavior in vitro and in vivo. *Journal of Biomedical Materials Research* **23**: 1067–1085.
- Chehroudi, B., Gould, T.R.L. & Brunette, D.M. (1990) Titanium coated micromachined grooves of different dimensions affect epithelial and connective tissue cells differently in vivo. *Journal of Biomedical Materials Research* **24**: 1203–1219.
- Cochran, D.L., Mau, L.P., Higginbottom, F.L., Wilson, T.G., Bosshardt, D.D., Schoolfield, J. & Jones, A.A. (2013) Soft and hard tissue histologic dimensions around dental implants in the canine restored with smaller-diameter abutments: a paradigm shift in peri-implant biology. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **28**: 494–502.
- Cochran, D.L., Morton, D. & Weber, H.P. (2004) Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **19**: 109–113.
- Degidi, M., Nardi, D. & Piattelli, A. (2011) One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clinical Oral Implants Research* **22**: 1303–1307.
- Degidi, M., Novaes, A.B., Jr, Nardi, D. & Piattelli, A. (2008) Outcome analysis of immediately placed, immediately restored implants in the esthetic area: the clinical relevance of different interimplant distances. *Journal of Periodontology* **79**: 1056–1061.

- Degidi, M., Piatelli, A., Scarano, A., Shibli, J.A. & Lezzi, G. (2012) Peri-implant collagen fibers around human cone morse connection implants under polarized light: a report of three cases. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 32: 323-328.
- Delgado-Ruiz, R., Calvo-Guirado, J.L., Abboud, M., Ramirez-Fernandez, M.P., Mate-Sanchez, J., Negri, B., Gomez-Moreno, G. & Markovic, A. (2013) Connective tissue characteristics around healing abutments of different Geometries: new methodological technique under circularly polarized light. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 70: 1-14.
- Ericsson, L., Persson, L.G., Berglundh, T., Marinello, C.P., Lindhe, J. & Klinge, B. (1995) Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *Journal of Clinical Periodontology* 22: 255-261.
- Esposito, M., Murray-Curtis, L., Grusovin, M.G., Coulthard, P. & Worthington, H.V. (2007) Interventions for replacing missing teeth, different types of dental implants. *The Cochrane database of systematic reviews* 17: CD003815.
- Favero, G., Botticelli, D., Rea, M., Pantani, F., León, I.G. & Lang, N.P. (2013) Influence of presence or absence of teeth adjacent to implants installed immediately into extraction sockets on peri-implant hard tissue levels: an experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research* 24: 262-269.
- Favero, G., Lang, N.P., Favero, G., León, I.G., Salata, L.A. & Botticelli, D. (2012) Role of teeth adjacent to implants installed immediately into extraction sockets: an experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research* 23: 402-408.
- Fickl, S., Zuhr, O., Stein, J.M. & Hürzeler, M.B. (2010) Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 25: 577-581.
- Gotfredsen, K. & Karlsson, U. (2001) A prospective 5-year study of fixed partial prostheses supported by implants with machined and TiO₂-blasted surface. *Journal of Prosthodontics* 10: 2-7.
- Hürzeler, M., Fickl, S., Zuhr, O. & Wachtel, H.C. (2007) Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments: preliminary data from a prospective study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 65: 33-39.
- Lee, D.W., Choi, Y.S., Park, K.H., Kim, C.S. & Moon, I.S. (2007) Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level, a 3-year prospective study. *Clinical Oral Implants Research* 18: 465-470.
- Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Pardo Zamora, G., Ramirez Fernández, M.P., Delgado Ruiz, R. & Muñoz-Guzón, F. (2012a) Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part I: a pilot study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 23: 228-235.
- Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Ramirez-Fernandez, M.P., Mate Sanchez-de Val, J., Guardia, J. & Muñoz-Guzón, F. (2012b) Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone Part II: a pilot study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 23: 236-244.
- Negri, B., Calvo-Guirado, J.L., Pardo-Zamora, G., Ramirez-Fernandez, M.P., Delgado-Ruiz, R.A. & Muñoz-Guzón, F. (2012c) Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part I: a pilot study in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 23: 228-235.
- Nickenig, H.-J., Wichmann, M., Schlegel, K.A., Nkenke, E. & Eitner, S. (2009) Radiographic evaluation of marginal bone levels adjacent to parallel screw cylinder machined neck implants and rough-surfaced microthreaded implants using digitized panoramic radiographs. *Clinical Oral Implants Research* 20: 550-554.
- Novaes, A.B. Jr, de Oliveira, R.R., Taba, M. Jr, de Souza, S.L., Palioto, D.B., Grisi, M.F. & Papalexou, V. (2005) Crestal bone loss minimized when following the crestal preparation protocol: a histomorphometric study in dogs. *Journal of Oral Implantology* 31: 276-282.
- Oh, T.J., Yoon, J., Misch, C.E. & Wang, H.L. (2002) The causes of early implant bone loss: myth or science? *Journal of Periodontology* 73: 322-333.
- Rodriguez-Ciurana, X., Vela-Nebot, X., Segala-Torres, M., Calvo-Guirado, J.L., Cambra, J., Mendez-Blanco, V. & Tamow, D.P. (2009) The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants. *International Journal of Periodontics Restorative Dentistry* 29: 141-151.
- Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L. & Karring, T. (2003) Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *International Journal of Periodontal and Restorative Dentistry* 23: 313-323.
- Shin, S.-Y. & Han, D.-H. (2009) Influence of micro-grooved collar design on soft and hard tissue healing of immediate implantation in fresh extraction sites in dogs. *Clinical Oral and Implants Research* 21: 804-814.
- Shin, S.Y. & Han, D.H. (2010) Influence of a micro-grooved collar design on soft and hard tissue healing of immediate implantation in fresh extraction sites in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 21: 804-814.
- Shin, Y.K., Han, C.H., Heo, S.J., Kim, S. & Chun, H.J. (2006) Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 21: 789-794.
- Stanford, C.M. (2008) Surface modifications of dental implants. *Australian Dental Journal* 53S1: 26-33.
- Tran, B.L.T., Chen, S.T., Caiafa, A., Davies, H.M.S. & Darby, I.B. (2010) Transmucosal healing around peri-implant defects: crestal and subcrestal implant placement in dogs. *Clinical Oral Implants Research* 21: 794-803.
- Walboomers, X.F. & Jansen, J.A. (2001) Cell and tissue behavior on microgrooved surfaces. *Odontology* 89: 2-11.
- Wang, R.E. & Lang, N.P. (2012) Ridge preservation after tooth extraction. *Clinical Oral Implants Research* 23: 147-156.
- Wennström, J.L., Ekestubbe, A., Gröndahl, K., Karlsson, S. & Lindhe, J. (2004) Oral rehabilitation with implant-supported fixed partial dentures in periodontitis susceptible subjects. A 5-year prospective study. *Journal of Clinical Periodontology* 31: 713-724.

8.1.3 Publicación 3:

Clinical Oral Implants Research - Manuscript Copy

CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH 

The effects of healing abutments of different size and anatomical shape placed immediately in extraction sockets on peri-implant hard and soft tissues. A pilot study in Foxhound dogs.

Journal:	Clinical Oral Implants Research
Manuscript ID:	COIR-May-14-OR-4088.R1
Manuscript Type:	Original Research
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Calvo-Guirado, José Luis; University of Murcia, General & Implant Dentistry. Faculty of Medicine and Dentistry.Hospital Morales Meseguer, 2º Planta, Clinica Odontologica.; Calvo Guirado CB, Dental Office, mareque-bueno, javier; International University of Catalonia, Oral Surgery Boquete Castro, Ana Aguilar-Salvatierra, Antonio; University of Granada, Dental School MARTINEZ-GONZÁLEZ, JOSE M; UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, MEDICINA Y CIRUGÍA BUCOFACIAL jara-lopez, patricia; University of Murcia, General dentistry and Implants
Keywords:	Animal Experiments, Biomaterials, Bone implant interactions



Clinical Oral Implants Research - Manuscript Copy

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "The effects of healing abutments of different size and anatomical shape placed immediately in extraction sockets on peri-implant hard and soft tissues. A pilot study in Foxhound dogs." in its current form for publication in Clinical Oral Implants Research. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

Authors submitting a paper do so on the understanding that the work has not been published before, is not being considered for publication elsewhere and has been read and approved by all authors.

Your article cannot be published until the publisher has received the appropriate signed license agreement. Within the next few days the corresponding and submitting authors will receive an email from Wiley's Author Services system which will ask them to log in and will present them with the appropriate license for completion.

If you wish your paper to be OnlineOpen you are required to complete the payment form available from our website at: <https://onlinelibrary.wiley.com/onlineOpenOrder>. Please still send on a completed Copyright Transfer Agreement from the link above. OnlineOpen

OnlineOpen is a pay-to-publish service from Wiley-Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download via the Wiley Online Library. Each OnlineOpen article will be subject to a one-off fee of £1525 (equivalent to US\$3000) to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge.

As part of the Journal's continued commitment to its authors, the Editorial Office and Publisher wish to keep you informed about what will happen next and, as the attached paper contains important information regarding journal publication and services for authors, you may wish to save it for future reference.

PDF offprints

You will be provided with a PDF offprint of your article once it has been published. In order to retrieve it, you will be required to register with Wiley-Blackwell's Author Services facility

(<http://authorservices.wiley.com/bauthor/register.asp>). Author Services is a resource offered to authors of papers published by Wiley-Blackwell which offers you the facility to track the production of your article. If you don't wish to track production, you can still enjoy many benefits of registering with Author Services, such as having free online access to your article in perpetuity, information on how you can claim a 25% discount on books published by Wiley, and, to increase readership and citations of your article, Author Services lets you and your co-authors nominate up to 10 colleagues each to receive a

publication alert and gain free access to your published article. All article accesses via Author Services count towards the article's overall online usage. We plan to develop new features in the future that will apply to all previously registered articles. News of these upcoming features will appear on the website. Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of Clinical Oral Implants Research, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,
Prof. Niklaus Lang
Editor in Chief, Clinical Oral Implants Research
nplang@switzerland.net