

Facultad de Medicina y Odontología  
Departamento de Estomatología



**TESIS DOCTORAL**

**Influencia de la colocación de implantes a nivel crestal y subcrestal en la remodelación del hueso periimplantario y la superficie rugosa expuesta. Ensayo clínico aleatorizado.**

**3143-Programa de Doctorado en Odontología**

**Marzo 2018**

**Presentada por:** Hilario Pellicer Chover

**Dirigida por:** Dr. David Peñarrocha Oltra

Dra. María Peñarrocha Diago



**Facultad de Medicina y Odontología**  
**Departamento de Estomatología**  
**Universitat de València**



Dr. D. David Peñarrocha Oltra, Profesor Ayudante Doctor de Cirugía Bucal de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

Dra. Dña. María Peñarrocha Diago, Profesora Titular del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

Certificamos que D. Hilario Pellicer Chover, ha realizado bajo nuestra dirección el trabajo titulado: **“Influencia de la colocación de implantes a nivel crestal y subcrestal en la remodelación del hueso periimplantario y la superficie rugosa expuesta. Ensayo clínico aleatorizado”**, el cual reúne, a nuestro juicio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctor en Odontología por la Universitat de València.

Y para que conste y en cumplimiento de las disposiciones vigentes, firmamos la presente en Valencia a 10 de abril de 2018.

**Fdo.: Dra. María Peñarrocha Diago**

**Fdo.: Dr. David Peñarrocha Oltra**



*“La inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando”*

Pablo Picasso  
(1881-1973) Pintor y escultor Español



# **AGRAÏMENTS**





## *Agraïments*

Personalment, considere aquest apartat com el més important de tot el document, en el que tractaré de transmetre el que verdaderament sent. Aquest agraïments no es limiten a un fet puntual com és la realització del present estudi, sinó a un període de la meua vida que encara tinc la sort de poder gaudir. Com és lògic, aquest treball d'investigació no és fruit únicament del meu esforç, sinó més bé de l'ajuda directa o indirecta de moltes persones.

En primer lloc, voldria expressar la meua gratitud al Prof. Dr. Miguel Peñarrocha Diago, segurament una de les persones més influents en la meua vida. Sense la seua direcció i motivació, aquest projecte no haguera sigut possible. Li estaré eternament agraït per tot l'afecte rebut, per contagiar la seua infatigable capacitat de treball i pels consells transmesos durant tots aquests anys, no només en el marc de la investigació, sinó també de la vida.

Al Dr. David Peñarrocha Oltra, per la seua inestimable ajuda en la realització d'aquest treball. Amb un potencial investigador de creixement exponencial i un futur prometedor a nivell científic, he tingut la sort de poder gaudir dels seus consells i recomanacions en tot moment. Tot resulta molt més fàcil quan el camí de l'amistat i treball s'unixen, fa que et tornes més productiu, et divertisques i els contratemps se superen més ràpidament.

A la Prof. Dra. María Peñarrocha Diago, per la supervisió d'aquest treball. Així com a la resta de professors i col·laboradors que vaig tindre durant l'assistència al Màster de Cirurgia i Implantologia Bucal, especialment al Dr. Luis Martorell, Dr. Pepe Balaguer, Dra. Berta García, Dr. Jose M<sup>a</sup> Sanchís, Dr. Antonio Flichy i Dra. Marian Fuster. Per tots els coneixements transmesos durant aquest anys, donant el millor que tenen sense esperar res a canvi.

Als companys amb qui vaig compartir el pas pel Màster de Cirurgia i Implantologia Bucal: Dr. Pepe Viña, Dra. Laura Maestre, Dra. Cristina Palma, Dra. Amparo Aloy, Dr. Javier Ata-Ali, D. Pepe Enciso, D<sup>a</sup>. Sara Pérez, D<sup>a</sup>. Rocío Alonso, D<sup>a</sup>. Luna Gonzalez, Dra. Paula Girbés, D. José Conejero, D<sup>a</sup>. Patricia Zubelia i D. Pau Cahuana. Als companys de la meua promoció, per la seua amistat i tants bons moments que passem junts: Dra. Eugenia Candel, D. Pablo Tarazona, D. Juan Cervera Ballester i Dr. Javi Romero.

## *Agraïments*

A tots els alumnes i exalumnes del Màster de Cirurgia i Implantologia Bucal: D. José Carlos Balaguer, D. Juan Antonio Blaya, D<sup>a</sup>. Alba Monreal, D. Juan Cervera Espert, D<sup>a</sup>. Natalia Ribes, D<sup>a</sup>. Isabel Menéndez, D. Lorenzo Remohí, D. José Carlos Sanchís, D. Fernando Bover, D. Óscar Llamas, D. Regino Zaragoza, D<sup>a</sup>. María Sevilla, D. Julio Rojo, D<sup>a</sup>. María Diaz, D. Javier Aizcorbe i D. David Soto.

Al personal que compon la Clínica de Cirurgia Bucal de la Facultat de Medicina i Odontologia de la Universitat de València: Sra. M<sup>a</sup> José Barrachina, Sra. Inma Guirao, Sra. Carmina Estellés i Sra. Charo Velarde, per l'excel·lent organització i gestió que realitzen a la clínica. També destacar l'ajuda de tot el personal de la clínica Plaça Amèrica amb qui, durant breu període de temps, vaig tenir l'ocasió de treballar colze a colze. Gràcies per acollir-me com un més.

A D<sup>a</sup>. Sole Zulaica i la casa comercial Ticare<sup>®</sup> per la seua ajuda incondicional i l'excel·lència amb cada cosa que fan.

A D<sup>a</sup>. Isabel Ruiz y D. Rafa Gálvez per l'ajuda en l'enrevessada gestió burocràtica i aconsellar-me en tots els assumptes relatius al tercer cicle. A D. Juan Luis Gómez per la seua capacitat de simplificar les coses; sense els seus instructius informes, l'estadística s'haguera convertit en un verdader obstacle.

Quan invertixes temps en un projecte, òbviament, estàs deixant-ho de fer en altres coses; generalment, en altres persones. Gràcies per la paciència i comprensió.

A la meua família, sempre presents, disposats a ajudar en qualsevol moment. El fet de ser fill únic fa que formes un vincle especial amb els cosins que, tot i ser més xicotets, gràcies a la seua maduresa són un exemple a seguir en la vida. Vull i he de destacar el meu agraïment a Helios Hervàs Pellicer per haver participat activament en el suport gràfic i disseny d'aquest treball, aconseguint un resultat més visual i clarificador.

A Debbie, pel teu afecte, tendresa, ajuda i suport incondicional en cada decisió que prenc. Per ser el fulcre que permet l'equilibri entre treball i vida personal.

## *Agraïments*

Als meus iaïos, Pepa i Helios, així com a Donís i Amparo que, a pesar de no estar presents, els recorde amb molta estima. Pel seu afecte, tendresa i alegria, són les arrels que sempre em recorden qui sóc i d'on vinc.

Per últim als meus pares, Hilari i Amparo, que sense escatimar cap esforç sacrificuen la seua vida per a educar-me, fent d'esta la millor de les herències. Mai trobaré la forma d'agrair el que m'hagen ajudat en tots els moments, fent els meus èxits més seus que meus. Lluitadors incansables, són l'eix central de la meua vida. Per la forma en que em guien, amb amor i energia.

*A tots ells els dedique esta tesi.*

## *Agraiments*

# ÍNDICE



INTRODUCCIÓN	17
JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	23
OBJETIVOS	27
REVISIÓN DE LA LITERATURA	31
MATERIAL Y MÉTODOS	61
RESULTADOS	89
DISCUSIÓN	115
CONCLUSIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	135
DOCUMENTOS ANEXOS	153
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DEL AUTOR SOBRE EL TEMA DE TESIS	159





**1.**

# **INTRODUCCIÓN**



## Introducción

La cantidad y calidad de hueso que rodea a un implante constituyen unos factores importantes para el éxito a largo plazo, además, influyen en la forma y el contorno de los tejidos blandos suprayacentes, que son importantes para una buena salud periimplantaria y un resultado estético óptimo (1).

Numerosos autores (2-5) han observado pérdidas óseas periimplantarias entre 1 y 2 mm tras el primer año de carga oclusal y de 0,1 a 0,2 mm en años sucesivos. Esta pérdida ósea está asociada a un gran número de factores, incluyendo: el biotipo periodontal (6), distancia entre implantes (7), macro y micro-diseño del implante (8), sobrecarga oclusal (9), trauma quirúrgico (10), y la presencia de un micro-gap propenso a la contaminación microbiana en la conexión implante-pilar y, por tanto, la ubicación de dicha conexión en relación con la cresta ósea (11-14). La colocación de un implante en una posición más profunda con respecto a la cresta ósea (colocación subcrestal), se ha sugerido como un método que podría contribuir al mantenimiento de los tejidos duros y blandos periimplantarios en comparación con una colocación crestal; no obstante, estas afirmaciones se encuentran bajo constante debate.

Ya en 1969, Branemark *y cols.* (15) recomendaron la colocación del implante por debajo de la cresta ósea para prevenir la exposición del implante durante la remodelación ósea. Numerosos autores (14,16-18) informaron que los implantes colocados aproximadamente 2 mm por debajo de la cresta ósea se asociaban con una pérdida ósea periimplantaria significativamente menor en comparación con los implantes colocados a nivel crestal. Por el contrario, otros autores (19-25) observaron mayores niveles de pérdida ósea en los implantes colocados de forma subcrestal. Variaciones en los diseños de los estudios, la geometría de los implantes, el tratamiento de superficie y los protocolos quirúrgicos podrían explicar las discrepancias en los resultados de los estudios mencionados anteriormente.

Estudios experimentales en animales (26,27) han observado que, cuando la placa bacteriana se deja sin tratar, la progresión de la periimplantitis es más pronunciada en los implantes con superficies rugosas en comparación con los implantes con superficies pulidas, lo que sugiere que las propiedades superficiales del implante pueden crear un microambiente para los microorganismos y modular la respuesta inmune local como consecuencia de la presencia de bacterias. De acuerdo con la literatura disponible, se espera más remodelación ósea cuando los implantes se colocan de forma subcrestal

## Introducción

(28), pero esto no necesariamente implica que la superficie rugosa del implante esté expuesta al medio oral.

En la actualidad no hay consenso sobre las intervenciones óptimas para el tratamiento de la periimplantitis (29). En consecuencia, todos los programas de terapia hacen hincapié en la prevención, es decir, prácticas meticulosas de higiene bucal, examen periimplantario cuidadoso, análisis de factores de riesgo y eliminación periódica de depósitos microbianos de los implantes (30). En esta línea, limitar la exposición de la superficie rugosa del implante podría ser relevante para mantener la salud periimplantaria a largo plazo.

El cambio de plataforma es un diseño donde el diámetro del pilar es menor que el cuello del implante. Tal diseño se ha asociado con una disminución de la pérdida ósea periimplantaria en comparación con los implantes de plataforma estándar. Esto podría deberse a la unión implante-pilar internamente reposicionada, que limita la reabsorción ósea periimplantaria al alejar las bacterias y el infiltrado de células inflamatorias del hueso crestal (12). Una revisión sistemática reciente (31), reivindicó la superioridad de las conexiones cónicas en sellado, formación de *microgaps*, mantenimiento del torque y estabilidad del pilar protésico, lo cual se ha asociado con una reducción de la pérdida ósea e inflamación de los tejidos blandos periimplantarios (32). A su vez, los estudios en humanos que utilizan restauraciones directamente atornilladas (sin pilar) a las conexiones internas (1,14,33) han observado valores de pérdida ósea del implante crestal que van desde 0,5 a 1,5 mm, frente 0,08 a 1,78 mm en el caso de implantes colocados a nivel subcrestal. Por ese motivo, y contrariamente a lo que sucede con otros sistemas de implantes, la inserción subcrestal de implantes con conexiones cónicas no parece producir las complicaciones de los tejidos blandos y duros que habían sido descritas en la literatura (34).

El macro y micro-diseño del implante juega un papel importante en la osteointegración (24). En estudios experimentales en animales (25,35,36) y posteriormente en humanos (19,24,37,38) se observó que, en implantes con un diseño de cuello pulido, el nivel de inserción en relación a la cresta ósea influye en la cantidad de pérdida ósea periimplantaria. Por el contrario, en implantes con un diseño de cuello rugoso, estudios experimentales (39-41) y estudios clínicos en humanos (1,42,43), se observó que la osteointegración podría ocurrir sobre la plataforma del implante cuando

## *Introducción*

este se colocaba 2 mm subcrestalmente. En una revisión de la literatura (44), se estudió la influencia del diseño del cuello del implante sobre la pérdida ósea periimplantaria; concluyendo que aquellos implantes que presentaban un diseño con cuello rugoso y microespiras presentaban menores pérdidas óseas periimplantarias que aquellos con cuellos pulidos o implantes con cuello rugoso sin microespiras.

En una reciente revisión sistemática y metaanálisis (45), se observó que los implantes con cambio de plataforma colocados de forma subcrestal presentaban una menor pérdida ósea periimplantaria que los implantes colocados de forma crestal; no obstante, los autores concluyeron que los resultados debían interpretarse con cautela, pues los datos habían sido extraídos de 14 publicaciones (7 en humanos y 7 en animales), de los cuales solo uno tenía bajo riesgo de sesgo. Además, existía una notable heterogeneidad entre los estudios por la falta de estandarización en las mediciones de pérdida ósea, diseño de los implantes utilizados y protocolos de trabajo.



**2.**

## **JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS**





## *Justificación e hipótesis*

Respetar las zonas de confort en las 3 dimensiones (mesio-distal, vestibulo-palatino, apico-coronal) da como resultado la localización del implante en la posición ideal, permitiendo una rehabilitación estética y soporte del tejido periimplantario estable a largo plazo. Sin embargo, existe una falta de evidencia científica concluyente sobre el nivel de inserción de los implantes dentales en referencia a la cresta ósea, lo cual podría ser debido a la falta de estandarización en las mediciones, diseño de los implantes utilizados y protocolos de trabajo.

Dado que los implantes actualmente disponibles en el mercado generalmente presentan un diseño de cuello rugoso, y se ha documentado que las superficies rugosas predisponen a una mayor acumulación de placa cuando se expone a la cavidad oral (46) y por ende una mayor incidencia de periimplantitis, es de gran interés para el clínico determinar si la posición apico-coronal de un implante podría dar lugar a una mayor o menor pérdida ósea periimplantaria. Desafortunadamente, los estudios clínicos en humanos que evalúan el efecto del nivel de inserción del implante respecto a la cresta ósea sobre la pérdida ósea son limitados.

Pese a que el control de los tejidos blandos periimplantarios es fundamental para asegurar el éxito a largo plazo de los implantes dentales, el número de estudios sobre el nivel de inserción respecto al hueso crestral que valoren parámetros clínicos relacionados con los tejidos que rodean al implante son escasos y con tiempos de seguimiento cortos (19,43,47-50). Debido a la escasa literatura existente, se consideró conveniente evaluar los parámetros clínicos periimplantarios: índice de sangrado al sondaje, índice de placa, profundidad de sondaje, anchura de la mucosa queratinizada y presencia de recesiones marginales mucosas a 3 años de seguimiento.

Por todo lo anteriormente mencionado, y para intentar mejorar la evidencia científica al respecto, se creyó conveniente realizar el presente trabajo de investigación con el objeto de evaluar la influencia de la colocación crestral y subcrestral en la remodelación ósea periimplantaria, la superficie rugosa expuesta y los tejidos blandos periimplantarios a los 3 años de seguimiento.

## *Justificación e hipótesis*

Se plantearon las siguientes hipótesis de trabajo:

1. Los implantes colocados de forma subcrestal mostrarán una pérdida ósea periimplantaria similar a los implantes colocados de forma crestal.
2. Los implantes subcrestales presentarán una menor presencia de superficie tratada expuesta al medio oral que los implantes crestales.
3. Los implantes colocados de forma subcrestal mostrarán valores similares en los parámetros clínicos periimplantarios a los implantes colocados de forma crestal.
4. Los implantes subcrestales presentarán tasas de supervivencia y éxito similares a los implantes crestales.

Como hipótesis nula se planteó:

1. Los implantes colocados de forma subcrestal presentarán valores diferentes en los niveles óseos periimplantarios a los implantes colocados de forma crestal.
2. Los implantes sub-crestales presentarán una superficie tratada expuesta al medio oral similar a los implantes crestales.
3. Los implantes colocados de forma subcrestal mostrarán valores diferentes en los parámetros clínicos periimplantarios a los implantes colocados de forma crestal.
4. Los implantes subcrestales presentarán tasas de supervivencia y éxito diferentes a los implantes crestales.

**3.**

## **OBJETIVOS**



## *Objetivos*

El propósito del presente estudio fue comparar los resultados clínicos y radiológicos de los implantes colocados de forma crestal y subcrestal en pacientes parcialmente desdentados con un seguimiento de 3 años.

Los objetivos fueron analizar:

1. El remodelado óseo periimplantario en los implantes colocados de forma subcrestal desde la colocación del implante hasta los tres años de seguimiento.
2. La pérdida ósea periimplantaria/superficie rugosa expuesta en implantes colocados de forma crestal y subcrestal desde la colocación del implante hasta los tres años de seguimiento.
3. Los parámetros clínicos periimplantarios: índice de placa, profundidad de sondaje, sangrado al sondaje, anchura de la mucosa queratinizada, retracción y estado de salud periimplantaria, desde la colocación del implante hasta los tres años de seguimiento.
4. El éxito y la supervivencia de los implantes colocados de forma crestal y subcrestal a los tres años de seguimiento.



**4.**

## **REVISIÓN DE LA LITERATURA**





## **4.1. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

La presente revisión sistemática fue llevada a cabo de acuerdo con las guías PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). La pregunta específica se estableció siguiendo el formato PICO (*participants, intervention, comparison, outcome*):

P: Pacientes tratados con implantes dentales

I: Implantes subcrestales

C: Implantes crestales

O: Pérdida de hueso marginal

### **Estrategia de búsqueda**

Se realizó una búsqueda electrónica hasta abril de 2017 en tres bases de datos: MEDLINE a través de PubMed, Embase y Lilacs. Se utilizaron y combinaron las palabras clave “MESH” para PubMed, “EMTREE” para Embase y otros términos de texto libre en cada base de datos. Además, se realizó una búsqueda electrónica de la “literatura gris” a través de “*System for Information on Grey Literature in Europe SIGLE*” - *Open Grey* (<http://www.opengrey.eu/>) de acuerdo con las sugerencias de la guía AMSTAR (51), tratando de minimizar un potencial sesgo de publicación.

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en PubMed del siguiente modo:

((("Dental Implants"[Mesh] OR "Dental Implants, Single-Tooth"[Mesh] OR dental implants OR titanium implants OR osseointegrated implants)) AND (sub crestal implants OR submerged implants)) AND (crestal implants OR non-submerged implants OR non submerged implants OR equicrestal implants OR juxta crestal implants)) AND ("Bone Resorption"[Mesh] OR crestal bone loss OR marginal bone loss)

## **Criterios de inclusión y exclusión**

Se formularon los siguientes criterios para la selección de artículos: ensayos clínicos aleatorizados (ECAs), ensayos clínicos controlados y estudios de cohortes prospectivos/retrospectivos que comparen la colocación crestal y subcrestal de los implantes, evaluación de pérdida ósea marginal, incluyendo al menos 10 pacientes, con seguimiento mínimo de 6 meses tras la carga protésica, estudios que incluyan implantes de cuello rugoso con/sin cambio de plataforma.

Se excluyeron revisiones narrativas o literarias, estudios casos-control, estudios transversales, series de casos, casos clínicos, estudios preclínicos e in vitro, cartas al editor y estudios publicados en un idioma distinto al inglés.

## **Recolección, extracción y manejo de datos**

### **Cribado y selección de artículos**

Dos revisores (H.P.C y M.D.S) seleccionaron los títulos y resúmenes de aquellos documentos obtenidos de la búsqueda electrónica de forma independiente. Se revisaron los documentos completos que parecían cumplir los criterios de inclusión. Los desacuerdos entre ambos autores fueron debatidos y, en caso de no ser resueltos, se consultó con otro investigador (D.P.O) para alcanzar un consenso.

### **Selección de estudios y extracción de datos**

Los estudios que reunieron los criterios de inclusión fueron revisados por dos investigadores independientes (H.P.C. y M.D.S) para la extracción y registro de datos por duplicado: autor(es), año de publicación, diseño del estudio y detalles de los participantes, intervención(es) pérdida ósea marginal y análisis de los tejidos blandos periimplantarios. Mediante hojas de cálculo predefinidas se extrajeron los datos de cada publicación, resolviéndose los desacuerdos mediante debate con un tercer revisor (D.S.P). En el caso de falta de datos se envió una petición a los autores.

## **Riesgo de sesgo en estudios individuales**

Dos revisores independientes (H.P.C. and M.D.S.) evaluaron todos los artículos incluidos. La calidad metodológica de los estudios observacionales se valoró mediante la escala Newcastle-Ottawa (52), mientras que para la evaluación del riesgo de sesgo de los ECAs se empleó la herramienta Cochrane Collaboration (53). El riesgo de sesgo se puntuó de acuerdo con las recomendaciones del *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 5.1.0* (<http://handbook.cochrane.org>). El juicio para cada entrada consistió en registrar “sí” (bajo riesgo de sesgo), “no” (alto riesgo de sesgo) o “incierto” (falta de información o de certeza respecto al potencial sesgo).

Los criterios incluyeron la evaluación de los siguientes ítems: 1) métodos de aleatorización y asignación; 2) periodo de seguimiento completo/resultados incompletos; 3) enmascaramiento de los pacientes; 4) enmascaramiento de los examinadores; y 5) publicación selectiva. En base a estas respuestas, el riesgo de sesgo se clasificó en: 1) bajo riesgo de sesgo si se reunían todos los criterios; 2) riesgo incierto de sesgo si se reunían parcialmente uno o más criterios; o 3) alto riesgo de sesgo si no se cumplían uno o más criterios.

En los estudios de cohortes, cada ítem recibía una puntuación en una escala del 0 (alto riesgo de sesgo) al 9 (bajo riesgo de sesgo). La escala Newcastle-Ottawa, evaluó tres criterios específicos: selección, compatibilidad y exposición. Sólo el criterio de compatibilidad podría otorgar dos puntos para un máximo de dos factores de confusión en el análisis. De acuerdo con Araujo y cols. (54) los estudios que presentan una puntuación por encima de la mediana se consideran de bajo riesgo de sesgo. Por tanto, se consideró un alto riesgo de sesgo en caso de una puntuación  $>6$  y bajo riesgo de sesgo con una puntuación  $<6$ . La calidad se basó en el número de estrellas alcanzadas. El acuerdo entre examinadores se determinó a través del índice Kappa, y cuando no existía consenso entre ambos se consultó con un tercer asesor (D.S.P).

## Resultados

### Selección de estudios

Un total de 342 artículos fueron obtenidos de la búsqueda electrónica. Tras el filtrado de los títulos y resúmenes, 19 títulos fueron seleccionados para la evaluación completa. Siete artículos fueron finalmente incluidos según los criterios de inclusión, además un artículo fue recuperado de las listas bibliográficas de los artículos incluidos (Figura 1).

De los 8 artículos, 5 fueron ensayos clínicos aleatorizados (18,28,47, 50, 55) y 3 fueron estudios prospectos de cohortes (56-58); de este último, dos artículos comprendían la misma cohorte prospectiva (57,58). El resumen de los artículos incluidos y sus características viene recogidos en la tabla 1.

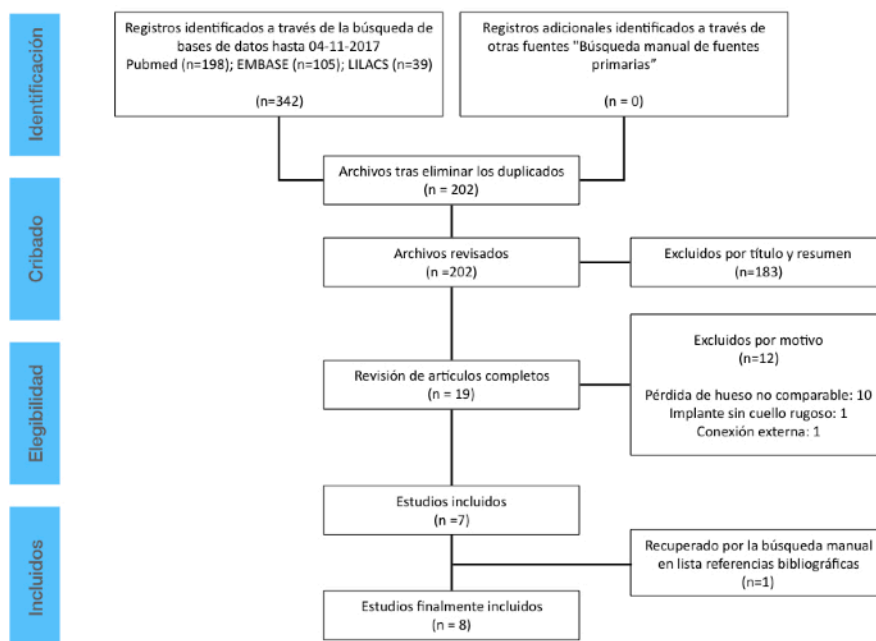


Figura 1. PRISMA *flowchart* del proceso de búsqueda y selección de títulos durante la revisión sistemática.

## *Revisión de la literatura*

.....

**Tabla 1.** Artículos incluidos en la revisión sistemática

Autor	Diseño del estudio	Pacientes (n)	Implantes (n)	Prótesis	Carga	Sistema de implantes	Tipo de conexión	Superficie	Seguimiento (meses)	Baseline
Al amri y cols. (50)	EP	23	46 (23 crestal/23 subcrestal)	PA	3-4 meses	Straumann	Conexión cónica	SLA	36	Momento colocación implante
M Cassetta, Di Mambro y cols. (57)	EP	350	576 (132 crestal/444 subcrestal)	PC	2 meses	Impladent	Cono Morse	SLA	36	Carga protésica
M Cassetta, Driver y cols. (58)		270	542 (114 crestal/428 subcrestal)						60	
De Siqueira y cols. (55)	ECA	11	55 (28 crestal/27 subcrestal)	PH	Carga inmediata	Neodent	Cono Morse	SLA	8	Momento colocación implante
Kutan y cols. (18)	ECA	28	56 (28 crestal/28 subcrestal)	PC	3 meses	Astra Tech	Conexión cónica	Osseospeed	36	Carga protésica
Koh y cols. (47)	ECA	20	20 (10 crestal/10 subcrestal)	PC (2) PA (18)	6 meses	BioHorizon	Conexión cónica	-	12	Carga protésica
Nagarajan y cols. (56)	ECA	24	24 (12 crestal/12 subcrestal)	-	6 meses	ADIN	Conexión cónica	-	6	Segunda cirugía
Pellicer-Chover y cols. (28)	EP	23	23 (10 crestal/13 subcrestal)	PA	6-10 semanas	Ticare Inhex®	Conexión cónica	RBM	12	Momento colocación implante

EP, estudio prospectivo; ECA, ensayo clínico aleatorizado; PA, prótesis atornillada; PC, prótesis cementada; PH, prótesis híbrida. SLA, Sandblasted and acid etched; RBM, Reabsorbable Blast Media.

**Tabla 1.** Artículos incluidos en la revisión sistemática (continuación).

Pérdida ósea perimplantaria (en mm)		Pérdidas seguimiento	Tasa de superviven cia/éxito (en %)	Fracaso implantes	Tejidos blandos periimplantarios			
					Crestal		Subcrestal	
Crestal	Subcrestal				Sangrado (%)	Sondaje (en mm)	Sangrado (%)	Sondaje (en mm)
6 me 0.03±0.1 18 me 0.25±0.1 36 me 0.45±0.2	6 me 0±0 18 me 0.2±0.1 36 me 0.3±0.2	0	100	0	2.1±0.2	1.2±0.1	1.0±0.08	0.7±0.06
36me 0.2±0.94	36 me 0.6±1.3	0	95.5/-	34 (6 tempranos/ 28 tardíos)	-	-	-	-
60 me 0.04±1.05	60 me 0.74±1.38		94.1/93	34 (6 tempranos/ 28 tardíos)				
4 me 0.86±0.55 8 me 1.03±0.60	4 me 0.50±0.35 8 me 0.66±0.38	-	100/-	0	< 20%	2.4	<20%	2.3
3 me 0.06±0.21 6 me 0.15±0.37 12 me 0.37±0.36 36 me 0.56±0.35	3 me 0.43±0.39 6 me 0.68±0.39 12 me 0.82±0.51 36 me 1.21±1.05	27	100/-	0	46.4	1.78±0.96	53.6	1.78±0.79
4 me 1.6±0.3	4 me 1.4±0.3	3	95.8/95.8	1	-	-	-	-
6 me 1.31±1.04	6 me 0.49±0.49	-	-	-	-	-	-	-
12 me 0.06±1.11	12 me 1.22±1.06	2	-/ 100%	0	-	-	-	-

Los títulos excluidos, con sus razones, vienen descritos en la tabla 2.

**Tabla 2.** Artículos excluidos de la revisión sistemática.

Autor y año	Motivo de exclusión
Brägger y cols. (1998)	Fuera de tema
Astrand y cols. (1996, 2002)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestalet y subcrestales
Bergkvist y cols. (2004)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestalet y subcrestales
Broggini y cols. (2006)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestalet y subcrestales
Stein y cols. (2009)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestalet y subcrestales
Veis y cols. (2010)	Implantes con conexión externa
Koutouzis y cols. (2014)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestalet y subcrestales

Aimetti y cols. (2015)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestales y subcrestales
Romanos y cols. (2015)	Implantes con cuello pulido
Bhardwaj y cols. (2016)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestales y subcrestales
Ercoli y cols. (2017)	No compara la pérdida ósea entre implantes crestales y subcrestales

### Evaluación del riesgo de sesgo

El acuerdo entre examinadores en la evaluación metodológica fue casi perfecta (índice kappa,  $k=0,87$ ), según la escala de Landis y Koch. La evaluación del riesgo de sesgo en los artículos incluidos se realizó según Cochrane Collaboration en 5 artículos y según la escala Newcastle-Ottawa en 3 artículos. Se identificaron varios defectos metodológicos: escasez de datos con respecto a la ocultación de la asignación, el enmascaramiento de los participantes y del personal, y el enmascaramiento de la evaluación de los resultados en ensayos clínicos aleatorizados. Se consideró que sólo un estudio presentaba un bajo riesgo de sesgo (55) (Figura 2).

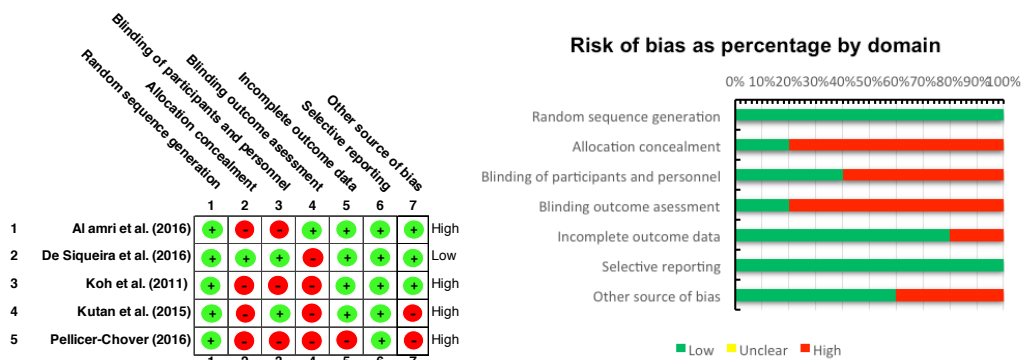


Figura 2. Cochrane Assessment Tool of Risk of Bias. Bajo riesgo de sesgo (verde); alto riesgo de sesgo (rojo).

En cuanto a los estudios observacionales, Cassetta Di Mambro *y cols.* (57) presentó una puntuación de 6 sobre 9, otro artículo (58) 5 sobre 9, y un estudio (56) 4 sobre 9, por lo tanto los estudios observacionales mostraron un alto riesgo de sesgo (Figura 3).

Newcastle-Ottawa Scale for Cohort studies			
	Cassetta et al. (2016a)	Cassetta et al. (2016b)	Nagarajan (2015)
<b>Selection</b>			
1) Representativeness of the exposed cohort			
a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *			
b) somewhat representative of the average _____ in the community *	<b>b*</b>	<b>b*</b>	<b>b*</b>
c) selected group of users eg nurses, volunteers			
d) no description of the derivation of the cohort			
2) Selection of the non exposed cohort			
a) drawn from the same community as the exposed cohort *			
b) drawn from a different source			
c) no description of the derivation of the non exposed cohort	<b>c</b>	<b>c</b>	<b>c</b>
3) Ascertainment of exposure			
a) secure record (eg surgical records) *	<b>a*</b>	<b>a*</b>	<b>a*</b>
b) structured interview *			
c) written self report			
d) no description			
4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study			
a) yes *	<b>a*</b>	<b>a*</b>	<b>a*</b>
b) no			
<b>Comparability</b>			
1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis			
a) study controls for _____ (select the most important factor) *	<b>a*</b>	<b>a*</b>	<b>a*</b>
b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)			
<b>Outcome</b>			
1) Assessment of outcome			
a) independent blind assessment *			
b) record linkage *			
c) self report			
d) no description	<b>d</b>	<b>d</b>	<b>d</b>
2) Was follow-up long enough for outcomes to occur			
a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *	<b>a*</b>	<b>a*</b>	
b) no			<b>b</b>
3) Adequacy of follow up of cohorts			
a) complete follow up - all subjects accounted for *			
b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____% (select an adequate % follow up, or description provided of those lost) *	<b>b*</b>		
c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost		<b>c</b>	
d) no statement			<b>d</b>
<b>TOTAL</b>	<b>6/9*</b>	<b>5/9*</b>	<b>4/9*</b>

**Figura 3.** Calidad de evaluación metodológica de los estudios no randomizados. Escala Newcastle Ottawa.



## **Extracción de datos**

Los 7 estudios seleccionados incluían un total de 479 pacientes a los que se colocaron 800 implantes, donde 243 fueron crestales (30,38%) y 557 subcrestales (69,63%). El periodo de seguimiento medio fue de 21 meses (rango 6-36 meses).

Cinco estudios (18,28,50,55,56) tuvieron como criterios de exclusión a pacientes fumadores y dos estudios (47,57,58) excluyeron a los pacientes fumadores de más de 10 cigarrillos diarios.

Seis artículos (18,28,47,56-58) realizaron la cirugía en dos fases, un estudio (50) lo hizo en una fase y otro (55) utilizó un protocolo de carga inmediata.

Para la medición de la pérdida ósea periimplantaria, 6 estudios (28,50,55-58) tomaron como punto de referencia inicial el momento de colocación del implante, por el contrario, dos estudios (18,47) lo hicieron en el momento de colocación de la prótesis.

La metodología de medición de la pérdida ósea periimplantaria varió entre los estudios. En 4 estudios (28,50,57,58), midieron los niveles óseos como positivos cuando estos se encontraban por encima de la plataforma del implante y negativos cuando estaban por debajo. Los restantes estudios (18,47,55,56) no especificaron la metodología de medición de la pérdida ósea.

Los implantes crestales, presentaron una pérdida ósea media entre -0,03 a -1,6mm, mientras que los valores de pérdida ósea en los implantes subcrestales estuvieron comprendidos entre 0 y -1,4mm. En 4 estudios (47,50,55,56), los implantes crestales presentaron mayor pérdida ósea que los implantes subcrestales, no obstante, las diferencias solo fueron significativas en un estudio (56). Por otro lado, 3 estudios (18,28,57,58) observaron mayor pérdida ósea en los implantes subcrestales frente a los implantes colocados de forma crestal, siendo de forma significativa en uno de ellos (28).

Todos los implantes fueron restaurados con prótesis fijas, incluyendo prótesis atornilladas (28,50,47), cementadas (18,47,57,58) y prótesis híbridas (55). Uno de los estudios incluidos no proporcionó dicha información (56).

La presente revisión sistemática incluyó estudios que presentaban implantes con conexiones internas sin cambio de plataforma (47) y conexión interna con cambio de

plataforma, que incluían: conexiones internas cónicas (18,28,50), conexiones internas cono morse (55,57,58) y conexiones internas hexagonales (56).

Cuatro estudios proporcionaron el porcentaje en tasa de éxito: 100% (28,50), 93% (58) y 95.8% (47). Por otro lado, 6 estudios reportaron tasas de supervivencia 100% (18,50,55), 95.5% (57), 94.1% (58) y 95.8% (47).

Tres estudios (18,50,55) incluyeron el análisis de los tejidos blandos periimplantarios en sus protocolos. Las variables analizadas fueron: profundidad de sondaje (18,50,55), índice de placa (18), anchura de la mucosa queratinizada (55), sangrado al sondaje (18,50,55) e índice gingival de Løe&Sillness (18). No se observaron diferencias significativas entre los implantes colocados de forma crestal y subcrestal en ninguno de los estudios incluidos.

## **Conclusiones**

A pesar de las limitaciones, la presente revisión sistemática de la literatura sugiere que los implantes subcrestales presentaron menor pérdida ósea periimplantaria que los implantes crestales. Para determinar si esta observación es clínicamente relevante, se necesitarán nuevos ensayos clínicos aleatorizados con mayores tiempos de seguimiento y muestras más grandes, así como una estandarización de los protocolos que permitan comparaciones estadísticas.

## **4.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **Tejidos duros periimplantarios**

Las radiografías periapicales con una estricta paralelización pueden ser utilizadas para medir los niveles de hueso periimplantario casi con la misma precisión que lo haría un estudio histomorfométrico (59). Sin embargo, en el caso de los defectos óseos vestibulares y linguales existen sendas limitaciones (60).

Hasta el momento, en los estudios revisados que comparan la pérdida ósea periimplantaria en implantes colocados de forma crestal y subcrestal, la radiografía

periapical es la técnica más empleada, aunque la forma de calcular la pérdida ósea no es siempre la misma. Algunos autores tomaron como valor inicial el nivel óseo en el momento de la colocación de los implantes (37,42,43,50,55,61), mientras que otros autores (18,57,58,62) utilizaron como valor inicial el nivel óseo tras la colocación de la prótesis, ignorando por lo tanto la remodelación que se produce entre la colocación de los implantes y la carga protésica.

El análisis de la pérdida ósea periimplantaria ha sido muy estudiado a lo largo de los años. Se seguía el protocolo clásico donde se localizaron dos puntos de referencia visibles y fácilmente identificables en cada extremo de la plataforma del implante. Posteriormente se trazaba una línea recta uniendo los dos puntos de referencia y se consideraba como “altura cero”. Para determinar el nivel de hueso, se trazaba una línea perpendicular en mesial y en distal desde la “altura cero” hasta el primer contacto hueso-implante. La pérdida ósea marginal periimplantaria se calculaba a partir de la diferencia en el nivel de hueso entre la línea de base y las sucesivas radiografías de control.

Varios autores (28,37,43,50,55,57,63), modificaron este protocolo de medición pues la colocación de implantes en una posición subcrestal implicaba un nivel óseo inicial por encima de la plataforma del implante. De esta forma, los autores otorgaban valores positivos cuando el hueso se encontraba por encima de la plataforma, valor 0 cuando se encontraba a nivel de la misma y valor negativo cuando se encontraba por debajo. Por el contrario, otros autores (1,33,62) asignaban un valor 0 cuando el hueso se encontraba por encima de la plataforma y únicamente registraban la pérdida ósea cuando esta se encontraba por debajo de la plataforma (Tabla 3).

## *Revisión de la literatura*

.....

<b>Tabla 3.</b> Metodología para el estudio de la pérdida ósea periimplaria			
<b>Autor</b>	<b>Método</b>	<b>Baseline</b>	<b>Momento de registro</b>
Donovan <i>y cols.</i> (1)	Cuando el hueso se encontró sobre la plataforma del implante le otorgaron un valor 0	-	Colocación del implante, colocación de la prótesis y última visita de control.
Kütan <i>y cols.</i> (18)	-	Colocación de la prótesis	Colocación de la prótesis, 3, 6, 12 y 36 meses
Pellicer-Chover <i>y cols.</i> (28)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación del implante	Colocación del implante y 12 meses.
Koutouzis <i>y cols.</i> (33)	Cuando el hueso se encontró sobre la plataforma del implante le otorgaron un valor 0	-	Colocación del implante, colocación de la prótesis y última visita de control.
Hartman <i>y cols.</i> (37)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación del implante	Colocación del implante, 6, 12, 24, 36 y 48 meses
Degidi <i>y cols.</i> (42)	-	Colocación del implante	Colocación del implante, 6, 12, 24 y 36 meses
Aimetti <i>y cols.</i> (43)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación del implante	Colocación del implante, 2, 12 y 24 meses
Al Amri <i>y cols.</i> (50)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación del implante	Colocación del implante, 6, 18 y 36 meses

## *Revisión de la literatura*

.....

Siqueira y cols. (55)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación del implante	Colocación del implante, 4 y 8 meses
Cassetta y cols. (57)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	Colocación de la prótesis	Colocación de la prótesis 12, 24, 36 y 60 meses
Galindo-Moreno y cols. (61)	-	Colocación del implante	Colocación del implante, colocación de la prótesis, 6 y 18 meses
Yi y cols. (62)	Cuando el hueso se encontró sobre la plataforma del implante le otorgaron un valor 0	Colocación de la prótesis	Colocación de la prótesis, 3, 6 y 12 meses
Ercoli y cols. (63)	Valor positivo si la cresta ósea se encuentra sobre la plataforma. Valor cero o negativo si la cresta ósea se encuentra a nivel o por debajo de la plataforma.	-	Colocación del implante, colocación de la prótesis, 3 - 6, 7 - 11 y 12 - 18 meses
Palaska y cols. (64)	-	Colocación del implante	Colocación de la prótesis

La pérdida ósea periimplantaria en los estudios que comparan la colocación de implantes a nivel crestal y subcrestal viene representada en la tabla 4.

<b>Tabla 4.</b> Pérdida ósea periimplantaria en implantes colocados de forma crestal y subcrestal.					
Autor	Número de implantes crestales	Número de implantes subcrestales	Seguimiento (meses)	Pérdida ósea implantes crestales	Pérdida ósea implantes subcrestales
Donovan y cols. (1)	-	131	14 meses	-	0.11 ± 0.30
Romanos y cols. (14)	65	197	91.83	2.75 ± 1.62	1.78 ± 1.40
Kütan y cols. (18)	28	28	36	0.56 ± 0.35	1.21 ± 1.05

....

Pellicer-Chover <i>y cols.</i> (28)	10	13	12	-0.06 ± 1.11	1.22 ± 1.06
Koutouzis <i>y cols.</i> (33)	-	50	14 meses	-	0.08 ± 0.22
Degidi <i>y cols.</i> (42)	-	48	36	-	0.52 ± 0.33
Aimetti <i>y cols.</i> (43)	-	58	24	-	0.32 ± 0.37
Koh <i>y cols.</i> (47)	10	10	12	-0.90 ± 0.40	-1.00 ± 0.40
Lombardo <i>y cols.</i> (49)	80	57	24	0.04	0.33
Al Amri <i>y cols.</i> (50)	23	23	36	-0.45 ± 0.20	0.30 ± 0.20
Siqueira <i>y cols.</i> (55)	28	27	8	1.03 ± 0.60	0.66 ± 0.38
Cassetta <i>y cols.</i> (57)	114	428	60	0.04 ± 1.05	0.74 ± 1.38
Veis <i>y cols.</i> (65)	30	25	24 meses	1.13 ± 0.42	0.39 ± 0.52
Hof <i>y cols.</i> (66)	139	61	12	0,80 ± 0,73	1,39 ± 0,64

## Exposición de la superficie rugosa del implante

Hoy en día, la mayoría de las superficies de implantes comercializadas son moderadamente rugosas con valores Sa entre 1,1 y 2  $\mu\text{m}$  (Tabla 5). Un incremento de la rugosidad de la superficie del implante, induce cambios cualitativos y cuantitativos en la formación del biofilm (67). Quirynen *y cols.* (68) sugirieron que los implantes con mayor rugosidad pueden ser más propensos a la pérdida ósea periimplantaria y, en consecuencia, al fracaso tardío del implante. Por el contrario Chappuis *y cols.* (69) demostraron que incluso los implantes con superficies muy rugosas ( $>2\mu\text{m}$ ) pueden tener éxito, presentando una pérdida ósea periimplantaria mínima a los 20 años de seguimiento en una población controlada. En un reciente metaanálisis, Doornewaard *y cols.* (70) sugirieron que la pérdida ósea periimplantaria alrededor de implantes con una mínima superficie rugosa (superficies mecanizadas) fue menor en comparación con implantes de superficies moderadamente rugosas o muy rugosas.

**Tabla 5.** Rugosidad superficial y valores correspondientes de Sa ( $\mu\text{m}$ ) y algunas marcas de implantes (70)

Rugosidad superficial	Valor Sa	Marcas de implantes
Superficie lisa	$<0,5 \mu\text{m}$	Experimental no clínicamente disponible
Minimamente rugosa	$0,5 - 1 \mu\text{m}$	Implante Brånemark, Osseotite, Nanotite
Moderadamente rugosa	$1-2 \mu\text{m}$	SLA, TiUnite, Osseospeed, TiOblast, Southern
Rugosa	$>2 \mu\text{m}$	IMZ, TPS, Ankylos, Friadent, Xive

En una conferencia de consenso (71) se concluyó la fuerte relación que existía entre la flora microbiológica y la peri-implantitis. Estudios experimentales en animales (26,27) han observado que, cuando la formación de placa se deja sin tratar, la progresión de la periimplantitis es más pronunciada en implantes con superficies rugosas comparados con implantes de superficie pulida. Esto sugiere que las propiedades superficiales del implante podrían crear un microambiente para los microorganismos y modular la respuesta inmune local como consecuencia de la presencia de bacterias.

En la actualidad no existe consenso sobre las intervenciones óptimas para el tratamiento de la periimplantitis (29). Por consiguiente, todos los programas de mantenimiento en implantes hacen hincapié en la prevención, es decir, prácticas meticulosas de higiene bucal, examen cuidadoso periimplantario, análisis de los factores de riesgo y eliminación periódica de depósitos bacterianos de los implantes (30). En esta línea, limitar la exposición de la superficie rugosa del implante podría ser relevante para mantener una correcta salud periimplantaria a largo plazo.

En un estudio previo (28) publicado por el mismo equipo investigador que realiza y dirige el presente trabajo y siendo este el único conocido hasta la fecha, se recogió la superficie tratada expuesta en implantes colocados de forma crestal y subcrestal. Los autores observaron que, aunque la pérdida ósea fue más pronunciada en los implantes colocados de forma subcrestal ( $1,22 \pm 1.06\text{mm}$ ) a los 12 meses de

seguimiento, los implantes colocados de forma crestal presentaban más cantidad de superficie tratada expuesta (1,13mm) que los implantes subcrestales (0,57mm).

## **Tejidos blandos periimplantarios**

La salud y estética de los tejidos blandos alrededor de las restauraciones sobre implantes son de suma importancia para el éxito del tratamiento (72). Sin embargo, pocos estudios clínicos (18,43,47,48,50,55) han evaluado la estabilidad de estos tejidos blandos periimplantarios tras la colocación de los implantes a diferentes niveles de inserción respecto a la cresta ósea.

Salvi *y cols.* (73) establecieron los parámetros clínicos que debían ser registrados en la práctica diaria para una correcta monitorización de los tejidos periimplantarios y diagnóstico precoz de la enfermedad periimplantaria. Estos parámetros incluían: la presencia de placa bacteriana, profundidad de sondaje, sangrado al sondaje, anchura de la mucosa queratinizada, análisis del fluido crevicular, supuración al sondaje, la evaluación de la interfase hueso-implante (movilidad, dolor y análisis de frecuencia de resonancia) y estudio radiológico. Dentro del concepto de enfermedad periimplantaria se describen dos entidades (74):

1. *Mucositis*: cuadro clínico que se caracteriza por la aparición de cambios inflamatorios limitados a la mucosa periimplantaria que, con el tratamiento adecuado, es un proceso reversible y donde la presencia de sangrado al sondaje es el parámetro clave para su diagnóstico.
2. *Periimplantitis*: cuadro clínico en el que, junto a la reacción inflamatoria y sangrado de la mucosa periimplantaria al sondaje, coexiste una pérdida del soporte óseo del implante, evidenciada clínica y radiográficamente.

## **Índice de placa**

Una higiene bucal deficiente es considerada como un factor de riesgo en el desarrollo y progresión de la enfermedad periodontal (75). Un mal control de la higiene



produce una gingivitis persistente, lo que resulta en un riesgo 46 veces mayor de pérdida dental (76). Del mismo modo, pruebas fehacientes confirman que un correcto control de la placa bacteriana previene el sangrado y formación de bolsas periimplantarias (77), asegurando que la falta de un correcto mantenimiento supondría un fracaso del tratamiento implantológico (78).

Mombelli *y cols.* (79) modificaron el Índice de Placa original de Silness y Løe para valorar la formación de biofilm en el área marginal de los implantes. Hasta la fecha, cinco estudios publicados (18,47-49,55) han comparado el índice de placa en implantes colocados de forma crestal y subcrestal. Ninguno de dichos estudios encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Boynuegri *y cols.* (48), aunque no encontraron diferencias; observaron una mayor acumulación de placa en los implantes con cuello pulido colocados de forma crestal (media  $0,44 \pm 0,10$ ) frente a los implantes colocados 1 mm más sumergidos (media  $0,27 \pm 0,06$ ); resultados muy similares a los obtenidos Koh *y cols.* (47).

### **Profundidad de sondaje**

El sondaje periimplantario es esencial para el diagnóstico de la enfermedad periimplantaria. Según varios autores (80-84) la profundidad de sondaje de tejidos periimplantarios sanos oscila entre 1 y 3 mm. Por el contrario, un aumento de la profundidad de sondaje mayor a 4 mm se asocia con una pérdida de inserción y del hueso periimplantario (81,85). Existen pocos estudios en la literatura (18,48,49,50,55) que evalúen la profundidad de sondaje en implantes colocados de forma crestal y subcrestal. La mayoría de los autores (18,48,49,55) observaron profundidades de sondaje que oscilaban entre 1mm y 2mm tanto en los implantes colocados de forma crestal y subcrestal sin observar diferencias estadísticamente significativas. Al Amri *y cols.* (50) reportaron una profundidad de sondaje  $>4$ mm en implantes crestaes del 1,2% y en subcrestales del 0,7% a los 36 meses de seguimiento.

## **Sangrado al sondaje**

El sangrado al sondaje se define como la presencia de sangrado tras la penetración mediante una presión suave de la sonda periodontal dentro del surco periimplantario (86). El sistema del índice gingival (87) fue modificado (Índice Gingival Modificado) y adaptado por Mombelli *y cols.* (79) para su aplicación a los implantes dentales. La ausencia de sangrado al sondaje (en pacientes no fumadores) indica la estabilidad de los tejidos periimplantarios (88), por el contrario, el sangrado al sondaje es un indicador del estado de los tejidos periimplantarios, pudiendo ser un predictor de la pérdida ósea periimplantaria (73). Las cifras de sangrado al sondaje de los tejidos periimplantarios afectados varían desde el 38,5% pudiendo llegar incluso hasta el 100% de sangrado al sondaje en varios estudios (81,82).

Se han encontrado 6 estudios publicados en la literatura (18,43,47,48,50,55) que evalúen el sangrado al sondaje comparando implantes colocados de forma crestal y subcrestal. Tres estudios (43,47,48) siguiendo los índices Mombelli obtuvieron valores comprendidos entre 0,10 - 0,29 en implantes crestales y de 0,20 - 0,30 en implantes subcrestales. Al Amri *y cols.* (50) observaron unos porcentajes de sangrado en implantes crestales y subcrestales de 2,1% y 1,0% respectivamente. Siqueira *y cols.* (55) obtuvieron tanto en implantes crestales como subcrestales valores inferiores a un 20% a los 8 meses de seguimiento, por el contrario, Kütan *y cols.* (18) observaron mayores porcentajes de sangrado en implantes subcrestales (53,6% ) frente a los implantes crestales (46,4%).

## **Retracción de la mucosa**

La ausencia de una arteria periodontal en el tejido periimplantario reduce la capacidad de vascularización lo cual podría explicar las diferencias de volumen entre ambos tipos de tejidos (26). Según Small&Tarnow (89) las recesiones mucosas suelen ocurrir en los 3 primeros meses tras la conexión del implante con el pilar, concentrándose el 80% de éstas en el aspecto vestibular.

Se encontraron 2 estudios publicados en la literatura (43,55) que analizaran dicha variable en función de la colocación crestal o subcrestal de los implantes. Aimetti *y cols.* (43) no encontraron señales de retracción en ninguno de los implantes colocados de forma subcrestal, observando un sobrecrecimiento gingival de 1,13mm sobre la línea de referencia. Por el contrario, Siqueira *y cols.* (55) observaron una retracción de la mucosa periimplataria en implantes crestales y subcrestales de 0,30mm y 0,60mm respectivamente.

### **Anchura de la mucosa queratinizada**

El mantenimiento de los duros periimplantarios es crítico para la preservación de los tejidos blandos, influyendo así en el resultado estético de las prótesis sobre implantes (90). Una revisión sistemática realizada por Lin *y cols.* (91) sugiere que la presencia de al menos 1-2 mm de anchura de mucosa queratinizada es beneficioso para disminuir la acumulación de placa, el sangrado y la presencia de recesiones mucosas.

De los estudios revisados, tres publicaciones (47,49,55) evaluaron la mucosa queratinizada alrededor de implantes colocados de forma crestal y subcrestal. Siqueira *y cols.* (55) encontraron que la recesión de los tejidos blandos no fue influenciada por el ancho o el grosor de los tejidos queratinizados, por lo tanto, concluyeron que el comportamiento de los tejidos blandos no guarda relación con las diferentes profundidades de colocación del implante ni por la cantidad de tejido queratinizado. Lombardo *y cols.* (49) observaron diferencias estadísticamente significativas entre los implantes colocados a nivel crestal (media 1.97mm) y subcrestal (media 2.41mm).

Aunque se piensa que los implantes deben estar rodeados de una cierta cantidad de mucosa queratinizada, no existe suficiente evidencia en la literatura acerca de si la anchura de la mucosa masticatoria es un factor importante en el pronóstico de los implantes dentales (92).

La tabla 6 resume los estudios que han evaluado parámetros relacionados con los tejidos blandos periimplantarios en implantes colocados crestal y subcrestalmente.

## *Revisión de la literatura*

.....

**Tabla 6.** Estudios que han evaluado los tejidos blandos periimplantarios en implantes colocados crestal y subcrestalmente.

Autor	Seguimiento	Posición	Índice de placa	Sangrado	Profundidad de sondaje	Retracción	Mucosa queratinizada
Kutan y cols. 2015 (18)	36 meses	Crestal (n=28)	val. 0: 21,4% val. 1: 50% val. 2: 28,6%	46,4 %	1.78 ± 0.96		
		Subcrestal (n=28)	val. 0: 10,7% val. 1: 57,1% val. 2: 32,1%	53,6 %	1.78 ± 0.79		
Aimetti y cols. 2015 (43)	24 meses	-	-	-	-	-	-
		Subcrestal (n=58)	0.38 ± 0.32	0.25 ± 0.29	-	1.13 ± 0.50	-
Koh y cols. 2011 (47)	12 meses	Crestal (n=10)	0.20 ± 0.10	0.10 ± 0.10	-	-	-
		Subcrestal (n=10)	0.20 ± 0.10	0.20 ± 0.10	-	-	-
Boynuegri y cols. 2012 (48)	12 meses	Crestal (n=10)	0.32 ± 0.06	0.29 ± 0.07	2.04 ± 0.09	-	-
		Subcrestal (n=10)	0.33 ± 0.06	0.30 ± 0.07	2.17 ± 0.11	-	-
Lombardo y cols. 2014 (49)	24 meses	Crestal (n=80)	media 0,17	media 0,24	media 2,34	-	1,97
		Subcrestal (n=57)				-	2,41
Al Amri y cols. 2016 (50)	36 meses	Crestal (n=23)	-	2,1 %	1.20 ± 0.10 (% > 4mm)	-	-
		Subcrestal (n=23)	-	1,2 %	0.70 ± 0.06 (% > 4mm)	-	-
Siqueira y cols. 2016 (55)	8 meses	Crestal (n=28)	<25%	<20%	1.00	0.30 ± 0.46	-
		Subcrestal (n=27)	<25%	<20%	2.30	0.60 ± 0.52	-

....

## Éxito y supervivencia de los implantes

Los estudios revisados sobre implantes colocados de forma crestal y subcrestal presentan tiempos de seguimiento y tamaños de muestra muy variados. No obstante, la mayoría de los autores obtuvieron tasas de éxito (del 95,8% a 100%) y supervivencia (del 95,8% a 100%) muy elevados con tiempos de seguimiento entre 8 y 24 meses. Otros autores con tiempos de seguimiento mayores (de 36 meses o más) obtuvieron tasas de éxito entre 93%-100% y supervivencia de 94%-100%. (Tabla 7).

<b>Tabla 7.</b> Éxito en implantes colocados de forma crestal y subcrestal expresado en porcentaje.							
Autor	Nº implantes crestales	Nº implantes subcrestales	Seguimiento (meses)	Implantes crestales		Implantes subcrestales	
				Éxito	Supervivencia	Éxito	Supervivencia
Donovan <i>y cols.</i> (1)	-	131	14	-	-	-	100
Romanos <i>y cols.</i> (14)	65	197	91,83	98,4	98,4	97,9	97,9
Kütan <i>y cols.</i> (18)	28	28	36	100	100	100	100
Hämmerle <i>y cols.</i> (19)	7	7	12	100	100	100	100
Pellicer-Chover <i>y cols.</i> (28)	10	13	12	100	100	100	100
Koutouzis <i>y cols.</i> (33)	-	50	14	-	-	-	100
Degidi <i>y cols.</i> (42)	-	48	36	-	-	100	100
Aimetti <i>y cols.</i> (43)	-	58	24	-	-	100	100
Koh <i>y cols.</i> (47)	10	10	8	95,8	95,8	100	100
Lombardo <i>y cols.</i> (49)	80	57	24	100	100	100	100
Al Amri <i>y cols.</i> (50)	23	23	36	100	100	100	100

**Tabla 7.** Éxito en implantes colocados de forma crestal y subcrestal expresado en porcentaje.

Autor	Nº implantes crestales	Nº implantes subcrestales	Seguimiento (meses)	Implantes crestales		Implantes subcrestales	
				Éxito	Supervivencia	Éxito	Supervivencia
Siqueira y cols. (55)	28	27	8	100	100	100	100
Cassetta y cols. (57)	114	428	60	93	94,1	93	94,1
Veis y cols. (65)	30	25	24	100	100	100	100

### **Influencia del diseño del implante**

En los últimos años, las líneas de investigación se han centrado en cómo mantener y mejorar los tejidos duros y blandos periimplantarios y, en definitiva, prolongar el éxito del tratamiento implantológico. En esa línea, nuevos diseños en los implantes y modificaciones en la técnica de colocación podrían contribuir a dicha causa.

#### **Cuerpo y superficie del implante**

Actualmente, algunos modelos de implantes, presentan entre 0,5 a 1,8 mm de superficie pulida en la porción más coronal. Muchos autores (19,35,36,39,48,93-95) han estudiado el efecto que tiene la colocación de dichos implantes sobre el hueso periimplantario cuando se colocan de forma crestal o subcrestal. La mayoría de los autores (19,23,25,35,36) concluyeron que la colocación subcrestal de implantes con cuello pulido producía un aumento en la pérdida ósea periimplantaria.

Diversos estudios experimentales en animales (96-99) han observado que un valor bajo de rugosidad superficial (valor Sa 0,5 -1  $\mu\text{m}$ ), como los implantes de cuello pulido, promueven la formación de cápsulas fibrosas alrededor de la superficie pulida del implante y produce una menor área de contacto hueso-implante, por el contrario, rugosidades de un micrómetro o superiores (valor Sa 1 - 2  $\mu\text{m}$ ) mejoraría la unión del

hueso a la superficie del implante (100). Orsini *y cols.* (101) llevaron a cabo un estudio experimental en laboratorio y compararon implantes con superficie mecanizada frente a implantes con superficie tratada SLA (*Sand-blasted, Large grit, Acid-etched*). Los resultados mostraron una mayor adhesión de osteoblastos tras adquirir una morfología irregular y mayor formación de pseudópodos en las superficies SLA. Por el contrario, los osteoblastos adquirirán una morfología muy plana cuando se unían a superficies mecanizadas.

En base a estos hallazgos, se diseñaron implantes con toda la superficie del cuerpo del implante tratada. Varios autores (41, 102-104) estudiaron el efecto que tenía la colocación de implantes con cuello rugoso cuando estos se colocaban de forma subcrestal. En todos los estudios anteriormente mencionados, se observó que la colocación subcrestal con un sistema de cuello rugoso parecía ser ventajosa para mantener el hueso periimplantario por encima de la plataforma del implante.

### **Cambio de plataforma**

El cambio de plataforma es un diseño donde el diámetro del pilar es menor que el cuello del implante. Tal diseño se ha asociado con una disminución de la pérdida ósea periimplantaria en comparación con los implantes de plataforma estándar gracias a la unión implante-pilar internamente reposicionada (*mismatching*), que limita la pérdida ósea periimplantaria al alejar las bacterias y el infiltrado de células inflamatorias del hueso crestal adyacente (12). Los resultados de pérdida ósea en implantes con cambio de plataforma oscilaron entre 0,05 mm y 0,99 mm en contraste con los valores correspondientes para implantes sin dicho diseño que alcanzó 1,67 mm (105-109).

Hay pocos estudios clínicos con respecto a la cantidad de pérdida ósea periimplantaria en implantes con cambio de plataforma colocados en posiciones subcrestales. Jung *y cols.* (110) en un estudio experimental, observó una pérdida ósea mínima cuando comparaba implantes que presentaban cambio de plataforma colocados a diferentes niveles en relación al hueso. Posteriormente, Aimetti *y cols.* (43) en un estudio clínico, utilizó implantes con conexión interna y cambio de plataforma. Sus resultados sugieren que el cambio de plataforma junto con una colocación subcrestal del

micro-gap podría ser eficaz para reducir la pérdida ósea y preservar la estética alrededor de los implantes. Palaska *y cols.* (64) compararon dos sistemas de implantes con cambio de plataforma pero diferentes “*mismatching*”. Observaron menor pérdida ósea en aquellos implantes con mayor “*mismatching*”.

### **Interfaz implanto-prótesis (*micro-gap*)**

En la literatura la importancia de la posición y geometría de la interfaz implanto-prótesis en el mantenimiento de los tejidos óseos periimplantarios esta ampliamente demostrada (111). Hasta el momento no se ha conseguido un sellado perfecto de dicha interfaz (112), produciendo un espacio entre las estructuras también llamado *micro-gap*. Los *micro-gaps* permiten la filtración bacteriana dentro del sistema implante-pilar, causando la circulación de las endotoxinas bacterianas desde la conexión interna hacia los tejidos circundantes, desencadenando un proceso fisiopatológico (23,59,113,114).

Para evitar estos problemas, los fabricantes centraron su atención en las conexiones implanto-prótesis, con la intención de mejorar el sellado de las conexiones, minimizar los micromovimientos y, en definitiva, prevenir la inflamación de los tejidos periimplantarios. Este hecho, cobra especial relevancia cuando los implantes se colocan de forma subcrestal, pues dicho micro-gap queda en íntimo contacto con el hueso periimplantario.

### **Conexión externa *versus* interna e interna cónica.**

Weng *y cols.* (39) compararon dos tipos de implantes con distintas conexiones (conexión interna y conexión externa) colocados a diferentes niveles respecto a la cresta ósea. Tras el análisis histológico, aunque no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos, se observó una tendencia a favor de los implantes con conexiones internas cuando se colocaban de forma subcrestal. Estos resultados fueron confirmados en posteriores estudios realizados por el mismo grupo investigador (115,116).



Todescan *y cols.* (93) en un estudio en animales utilizó implantes de conexiones externas y las dejó a diferentes niveles respecto a la cresta ósea (supracrestal, crestal y subcrestal). Observaron diferencias en la pérdida ósea periimplantaria entre los implantes supracrestales ( $2,27\pm 0,5\text{mm}$ ) y subcrestales ( $1,67\pm 0,6\text{mm}$ ) concluyendo que la colocación subcrestal no implicaba una mayor pérdida ósea. En un estudio en animales, Negri *y cols.* (117) evaluaron como influía el nivel de inserción de los implantes en la pérdida ósea periimplantaria comparando implantes de conexión externa e interna. Aunque no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos, se observó una tendencia a favor de los implantes con conexiones internas cuando se colocaban de forma subcrestal.

Las diferencias en los resultados de pérdida ósea entre autores también pueden atribuirse al tipo de conexión protésica o al tipo de restauración implicada (61). Una revisión sistemática reciente Schmitt *y cols.* (31), reivindicaron la superioridad de las conexiones cónicas en sellado, formación de micro-gaps, mantenimiento del torque y estabilidad del pilar protésico. A su vez, los estudios en humanos que utilizan prótesis atornilladas con conexión directa a implante (1,14,18,28,33,42,50,57) han observado pérdidas óseas del implante crestal que van desde 0,5-1,5 mm, frente a 0,08-1,78 mm en el caso de implantes colocados a nivel subcrestal.

Contrariamente a lo que sucede con otros sistemas de implantes, la colocación subcrestal de implantes con conexiones cónicas no parece producir las complicaciones de los tejidos blandos y duros que han sido observadas en la literatura (34) y se ha asociado a una reducción en la pérdida ósea marginal e inflamación de los tejidos blandos periimplantarios (32).

En la tabla 8, se detallan los estudios experimentales en animales que han evaluado como afecta el diseño del implante al hueso periimplantario tras la colocación de implantes a nivel subcrestal.

**Tabla 8.** Estudios en animales a favor (+) o en contra (-) de la colocación subcrestal en función del diseño del implante.

Autor	Diseño del implante				Resultados		
	Cuello	Tipo conexión	Cambio plataforma	Conexión cónica	+	±	-
Calvo-Guirado <i>y cols.</i> (16)	rugoso	interna	si	no	■		
Piattelli <i>y cols.</i> (23)	pulido	interna	no	no			■
Cesaretti <i>y cols.</i> (25)	pulido	interna	no	no			■
Alomrani <i>y cols.</i> (35)	pulido	interna	no	no			■
	rugoso	interna	no	no			■
Weng <i>y cols.</i> (39)	pulido	externa	no	no			■
	pulido	interna	si	si	■		
Welander <i>y cols.</i> (40)	rugoso	interna	si	si	■		
Barros <i>y cols.</i> (41)	rugoso	interna	si	si	■		
Todescan <i>y cols.</i> (93)	pulido	externa	no	no		■	
Pontes <i>y cols.</i> (94)	pulido	interna	no	no		■	
Huang <i>y cols.</i> (102)	rugoso	interna	si	si	■		
Fetner <i>y cols.</i> (103)	rugoso	interna	si	si	■		
Jung <i>y cols.</i> (110)	rugoso	interna	si	si		■	
Broggini <i>y cols.</i> (111)	pulido	interna	no	no			■
Negri <i>y cols.</i> (117)	pulido	externa	no	no	■		
	rugoso	interna	si	no	■		
Valles <i>y cols.</i> (118)	pulido	interna	si	si			■
	rugoso	interna	si	si	■		

## *Revisión de la literatura*

.....

Tras el análisis de los artículos revisados, se deduce que el diseño del implante juega un papel importante cuando se utiliza una técnica de colocación subcrestal. Los resultados en los artículos muestran una tendencia a un implante con cuello rugoso (que mejore el contacto hueso-implante en la porción más coronal), con cambio de plataforma (que aleje las bacterias y el infiltrado de células inflamatorias del hueso periimplantario) y una conexión cónica (que proporcione un buen sellado de la conexión protésica).

*Revisión de la literatura*

.....

**5.**

## **MATERIAL Y MÉTODO**



## 5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado de los pacientes que acudieron a la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València entre mayo de 2013 y noviembre de 2017 (Figura 4).



**Figura 4.** Evolución del trabajo de investigación desde planteamiento del estudio hasta la escritura de la tesis.

El diseño del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación en Humanos de la Universitat de València (Referencia número: H1365580155510) (Anexo 1). Siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki sobre experimentación con humanos, a todos los pacientes susceptibles de ser incluidos se les explicó el procedimiento y se les informó de los riesgos de la intervención, así como de la necesidad de acudir a las revisiones posteriores. Se recogió la historia clínica completa

de cada paciente y todos firmaron el documento de consentimiento informado (Anexo 2). Aquellos pacientes que requerían la colocación de un implante unitario interdental para remplazar su espacio desdentado y/o parcialmente desdentado que requerían implantes para sustituir 2 o 3 dientes ausentes, fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión que vienen detallados en el siguiente apartado.

## 5.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se seleccionaron los pacientes parcialmente desdentados que requerían la rehabilitación de sus dientes ausentes con implantes dentales tanto maxilares como mandibulares, y que cumplieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión (Tabla 9).

<b>Tabla 9.</b> Criterios de inclusión y exclusión
<b>Criterios de inclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Pacientes mayores de edad (&gt;18 años)</li><li>- Pacientes no fumadores o de menos de 10 cigarrillos al día.</li><li>- Índice de placa y de sangrado al sondaje &lt;25 % para toda la boca.</li><li>- Alveolos cicatrizados (implantes tipo III y IV de la clasificación de Hämmerle <i>y cols.</i> (119). Tres meses o más tras la exodoncia.</li><li>- Cresta ósea con suficiente anchura y altura como para no requerir técnicas de regeneración ósea simultánea a la colocación de implante.</li><li>- Seguimiento de 3 años tras la carga protésica.</li><li>- Firma previa del consentimiento informado por parte del paciente.</li></ul>
<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Enfermedad sistémica que contraindique la cirugía.</li><li>- Protocolos incompletos y/o falta de seguimiento.</li><li>- Pacientes con hábitos parafuncionales</li><li>- Pacientes en tratamiento con quimioterapia o radioterapia en cabeza o cuello durante los 12 meses anteriores a la cirugía de implantes.</li><li>- Pacientes con historia de tratamiento con bisfosfonatos.</li><li>- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.</li></ul>



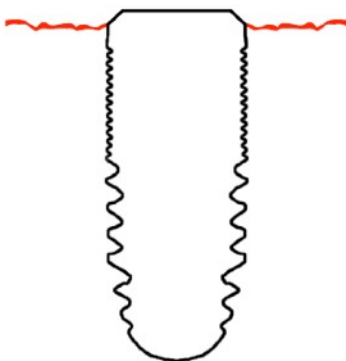
### **5.3. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL**

Un programa informático, determinó necesarios un mínimo de 60 pacientes por grupo para alcanzar una potencia 90% en el objeto de detectar un tamaño de efecto medio ( $f=0,25$ ) en las diferencias de superficie expuesta entre grupo crestal y subcrestal, asumiendo un 95% de confianza, según lo estimado por un estudio previo (42). Se anticipó una posible tasa de abandono del 10%, se consideró necesario incluir en el estudio 70 pacientes por grupo.

### **5.4. ALEATORIZACIÓN**

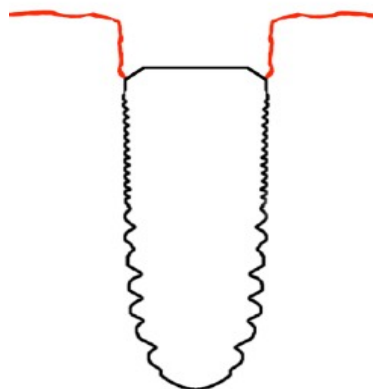
La aleatorización de los pacientes en los grupos de estudio se realizó de acuerdo a las tablas de asignación aleatoria generada por ordenador. Se utilizó un enfoque de aleatorización estratificada de bloques permutados para preparar las tablas de asignación al azar y evitar un desequilibrio entre los dos grupos. La asignación se realizó mediante sobres cerrados, que se abrían tras el levantamiento del colgajo y el marcado inicial con la fresa de lanza. Los participantes fueron cegados a la asignación y los implantes divididos de manera aleatoria en dos grupos de estudio según la profundidad de inserción del implante:

- Colocación del implante a nivel crestal: La profundidad de fresado coincidió con la longitud del cuerpo del implante, dejando la plataforma al mismo nivel de la cresta ósea (Figura 5).



**Figura 5.** Representación gráfica de la colocación a nivel crestal del implante Ticare® *Inhex*

- Colocación del implante a nivel subcrestal: La profundidad de fresado fue superior a la longitud del cuerpo del implante, dejando la plataforma por debajo del nivel de la cresta ósea (Figura 6).



**Figura 6.** Representación gráfica de la colocación a nivel subcrestal del implante Ticare® *Inhex*

## **5.5. MATERIAL**

### **5.5.1. Material para el estudio de los parámetros radiológicos.**

- CBCT\*.
- Ortopantomógrafo Ortopantomograph®OP 100†.
- Equipo de radiología intraoral XMind®‡.
- Captador digital intraoral RVG®, Ultimate§.
- Silicona de adición para impresiones\*\*.
- Posicionador de anillos para estandarización de proyecciones XPC de Rinn®††.
- Programa Cliniview®versión 5.1‡‡.
- DBSWIN software§§.

### **5.5.2. Material para el estudio de los parámetros clínicos**

- Espejo intraoral.
- Sonda periodontal milimetrada\*\*\*.
- Cámara digital Canon®EOS 20D†††.

---

\* Dental Picasso Master 3D, Ewoo Technology, Korea

† Instrumentarium Imaging®, Tuusula, Finlandia

‡ Groupe Satelec-Pierre Rolland®, Bordeaux, Francia

§ Trophy®, Kodak Dental System, Atlanta, EEUU

\*\* Zhermack®, Elite HD, Italia

†† Dentsply®, Illinois, Francia

‡‡ Instrumentarium Imaging®, Tuusula, Finlandia

§§ Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany

\*\*\* Colorvue Tip, Hu-Friedy

††† Tokio, Japón

### **5.5.3. Material para la preparación del campo, paciente y operador**

- Conjunto de paños quirúrgicos de campo estériles
- Aspirador quirúrgico
- Gafas de protección
- Mascarilla
- Guantes estériles y ropa quirúrgica

### **5.5.4. Material para el procedimiento quirúrgico**

- Instrumental de exploración clínica: espejos intraorales, sonda de exploración y sonda periodontal milimetrada.
- Instrumental y material quirúrgico: jeringa de anestesia, aguja desechable, carpules de anestesia articaína 4% con epinefrina 1:100.000\*, gasas, suero fisiológico estéril, mango de bisturí plano, hoja de bisturí del número 15C, curetas, periostotomo, separador Minessota, pinza Adson sin dientes, pinza mosquito, caja quirúrgica de implantes Ticare® *Inhex*†, contraángulo y motor quirúrgico, tapón de cierre Ticare® *Inhex*, porta agujas, sutura no reabsorbible (seda 4/0 y 5/0) y tijeras.
- Implante Ticare® *Inhex*. El cuerpo del implante presenta un diseño tronco-cónico con un perfil de rosca triangular, microespiras en la parte coronal y ápice cónico autoroscante. Toda la superficie del implante esta tratada hasta su parte más coronal, terminando en la plataforma del implante con un bisel redondeado a 45 grados maquinado. Respecto a la conexión protésica, presenta cambio de plataforma y una conexión interna cónica con doble hexágono interno (Figura 7).

---

\* *Inibsa*®, Lliça de Vall, Barcelona, España

† *Mozo-Grau*, S.A. Valladolid, Spain



**Figura 7.** Figura representativa del implante Ticare® *Inhex*. Implantes con conexión interna cónica y doble hexágono con cambio de plataforma. Toda la superficie del implante esta tratada hasta la plataforma que termina con un bisel maquinado.

### **5.5.5. Material para el procedimiento rehabilitador**

- Pilar de impresión y análogo Ticare® *Inhex*.
- Cubeta abierta para impresión.
- Silicona de adición\*.
- Cera para mordida†.
- Escayola‡.

---

\* Zhermack®, *Elite HD*, Italia

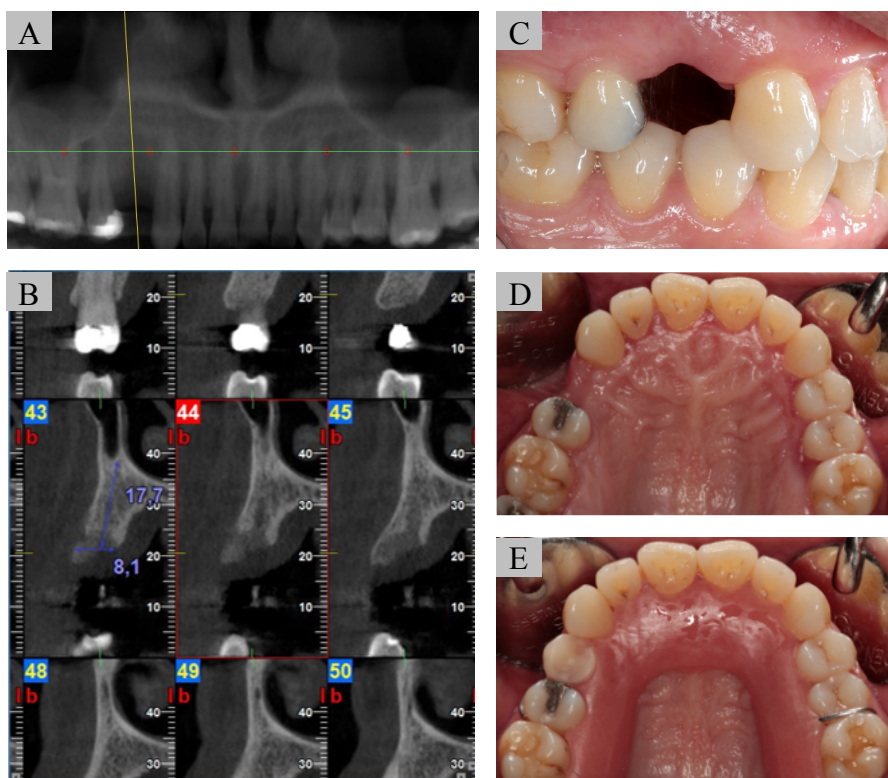
† Cera Reus®, España

‡ Zhermack®, *Elite Stone*, Italia

## 5.6. MÉTODOS

### 5.6.1. Fase preoperatoria

Al paciente candidato a formar parte del estudio se le realizó una anamnesis completa, un examen clínico minucioso y una ortopantomografía para su diagnóstico y planificación. En caso de dudas sobre la disponibilidad ósea se les realizó un CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) (Figura 8). Tres semanas antes de la intervención se realizó una profilaxis supragingival, se dio instrucciones de higiene oral, y se realizó el índice de silicona para el estudio radiológico. El paciente fue citado para la realización de la intervención quirúrgica.



**Figura 8.** Caso clínico para reponer diente ausente #1.4. A) ortopantomografía obtenida mediante CBCT, B) corte coronal, C) imagen clínica lateral, D) imagen clínica oclusal, E) prótesis inmediata provisional.

### **5.6.2. Fase quirúrgica**

Las cirugías fueron realizadas por alumnos de segundo del Máster de Cirugía e Implantología Bucal en la Facultad de Medicina y Odontología. La colocación del implante siguió siempre un protocolo de colocación diferida y sin carga inmediata. Todos los implantes Ticare® *Inhex*\* se colocaron utilizando el mismo protocolo quirúrgico bajo anestesia local con articaína al 4% y epinefrina 1:100.000. Después de realizar la incisión sobre mucosa adherida, se levantó un colgajo a espesor total. En este punto, se le pidió a un asistente abrir un sobre de asignación aleatoria, revelando el grupo asignado.

Se labró el lecho del implante comenzando con una fresa lanceolada, a continuación, se pasó la fresa piloto y se fue incrementando el diámetro del lecho con las siguientes fresas, finalmente se pasó la fresa avellanadora para conformar el tercio coronal del lecho implantario. Los implantes crestaes se colocaron de forma que la plataforma del implante quedara al mismo nivel que la cresta ósea, por el contrario, los implantes subcrestaes se colocaron de manera que la plataforma del implante quedara sumergida aproximadamente 2mm de la cresta ósea. La colocación subcrestal se consiguió mediante el fresado a una mayor profundidad del implante seleccionado y, posteriormente se chequeó mediante una sonda periodontal milimetrada intraquirúrgicamente. Los implantes fueron colocados prostodónticamente guiados y mediante una técnica sumergida, colocando un tapón de cierre. El colgajo fue reposicionado y suturado con seda 4/0 o 5/0 (Lorca Marín S.A, Murcia, España).

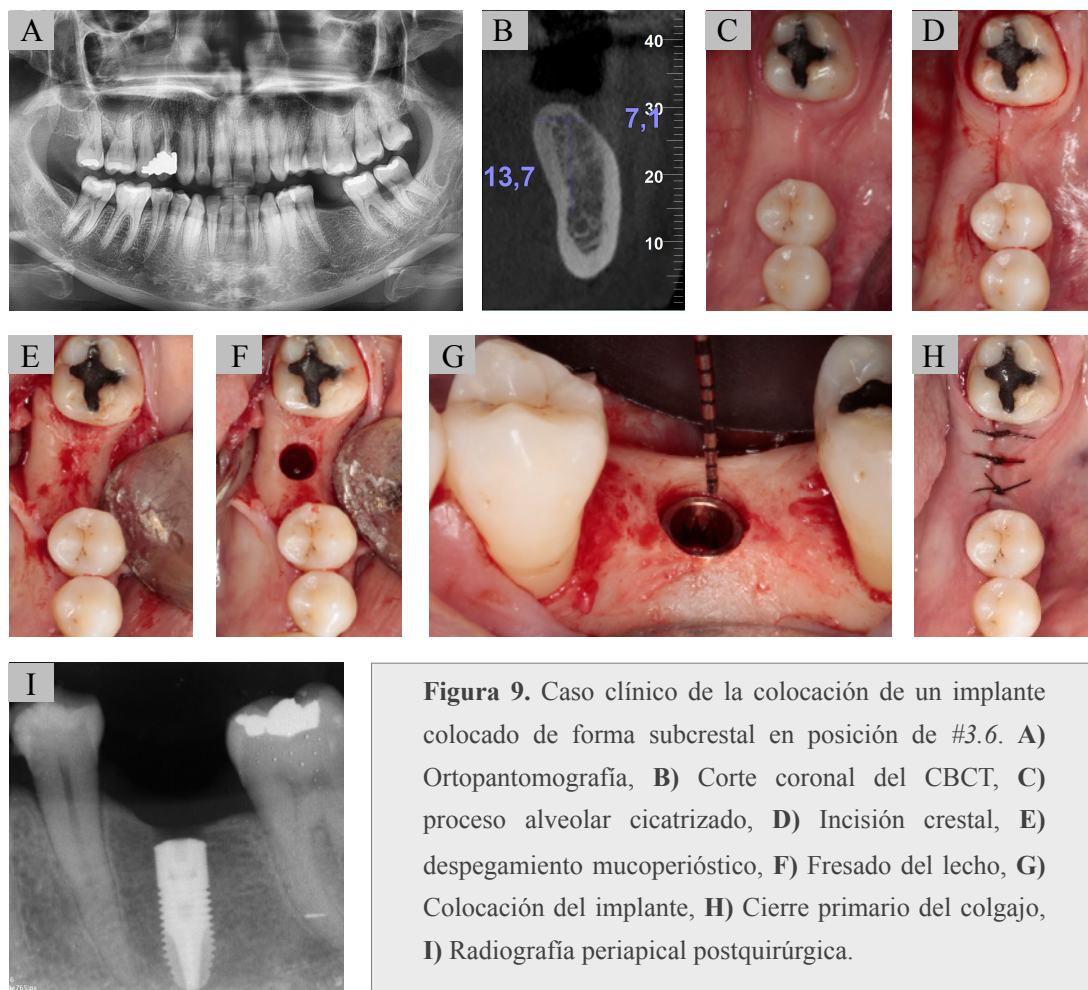
La profilaxis antibiótica preoperatoria se inició 2 horas antes de la cirugía y se mantuvo durante 3 días después de la cirugía (amoxicilina 1 g, dos veces al día, por vía oral) (Clamoxyl®) (120). La medicación postquirúrgica también incluyó ibuprofeno 600 mg (tres veces al día durante al menos 2 días), y se les instruyó para realizar enjuagues con digluconato de clorhexidina al 0,12% (Perio Aid®, Laboratorios Dentaid, S.A. Valencia, España) durante 1 minuto, dos veces al día durante 2 semanas, comenzando 2 días antes de la intervención y con una pausa de 24 horas tras la cirugía. Una semana

---

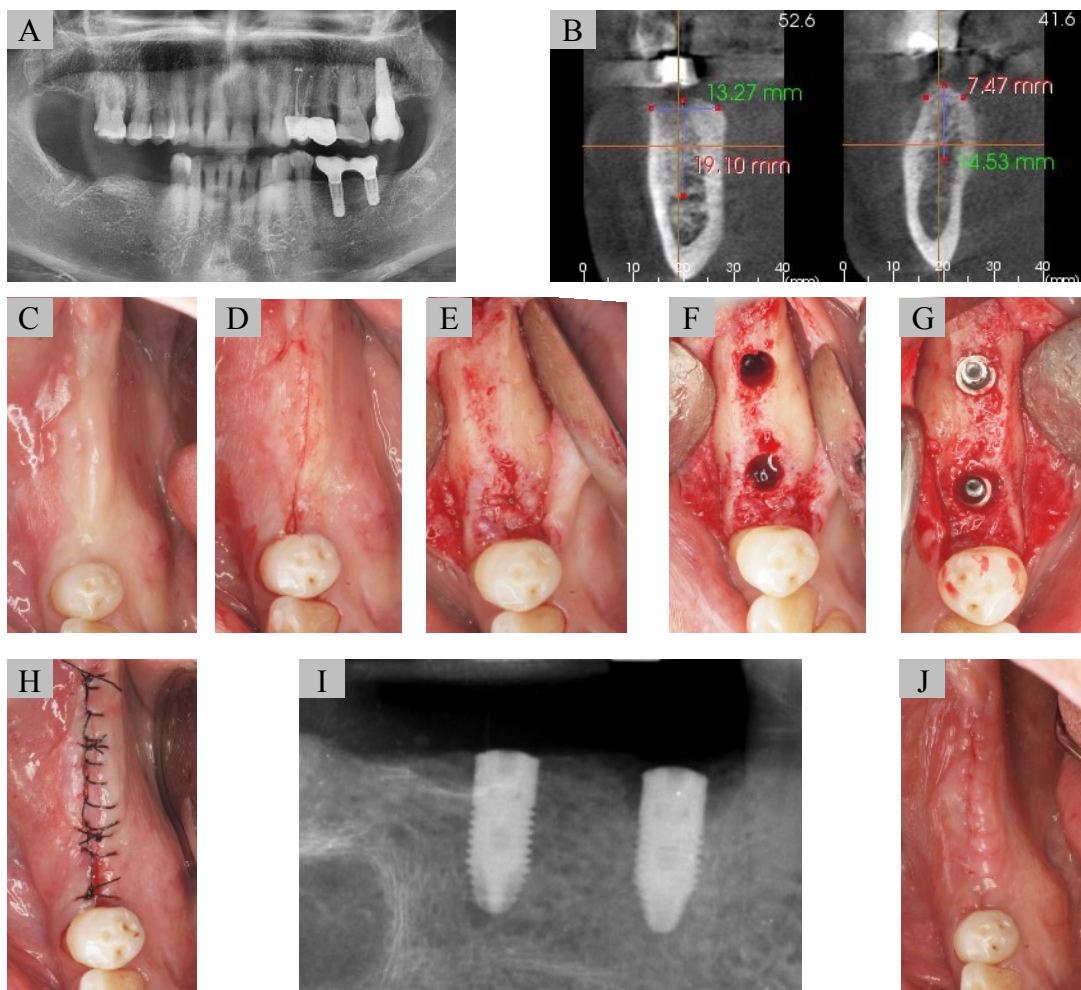
\* *Mozo-Grau, S.A. Valladolid, España*

## *Material y método*

después de la cirugía se retiraron las suturas y en los casos con un compromiso estético se adaptaron las prótesis parciales provisionales de resina (Figura 9 y 10).







**Figura 10.** Caso clínico de la colocación de dos implantes colocados de forma crestal en posición de #4.5 y #4.7. **A)** Ortopantomografía, **B)** Corte coronal CBCT, **C)** Brecha edéntula, **D)** Incisión crestal, **E)** Despegamiento mucoperióstico, **F)** Fresado del lecho implantológico, **G)** Colocación de los implantes, **H)** Cierre primario, **I)** Radiografía periapical postquirúrgica, **J)** Retirada de sutura a los 7 días.

### **5.6.3. Fase protésica**

Tras un periodo de cicatrización de 3 meses se realizó la segunda cirugía. En aquellos casos donde el hueso periimplantario creció sobre la plataforma del implante cubriendo el tapón de cierre, se eliminó mediante una sonda de exploración (Figura 11 y 12).

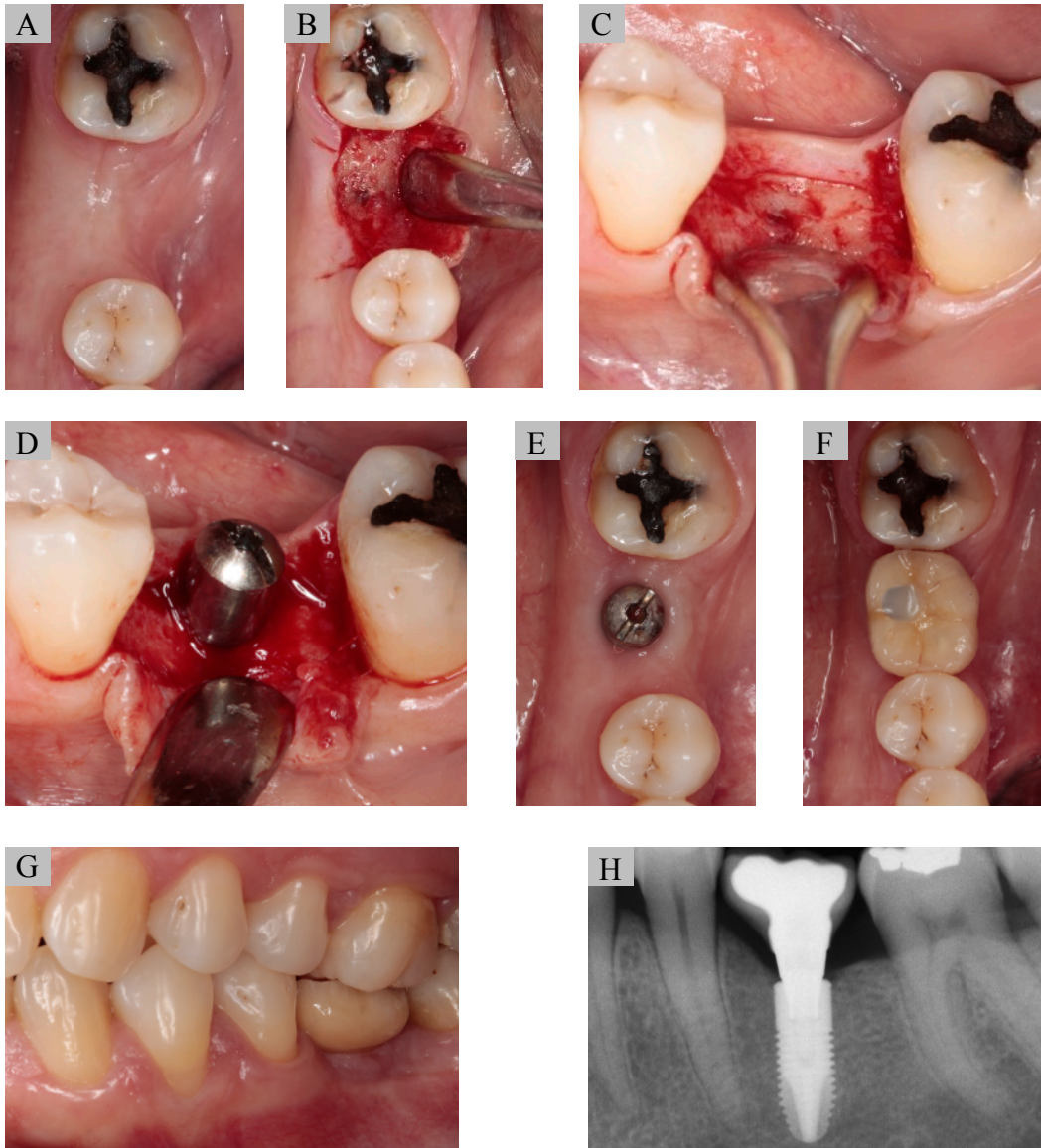
El diseño protésico fue mediante prótesis ceramo-metálicas atornilladas con conexiones directas a implante. Todas la estructuras fueron fresadas en cromo-cobalto en las instalaciones del fabricante\*. El mismo técnico de laboratorio trabajó con cerámica feldespática†. Las prótesis fueron atornilladas con un torque de 30 Ncm según las especificaciones del fabricante. El agujero de acceso al tornillo fue cerrado con un pélet de teflón y un composite de resina híbrido‡.

---

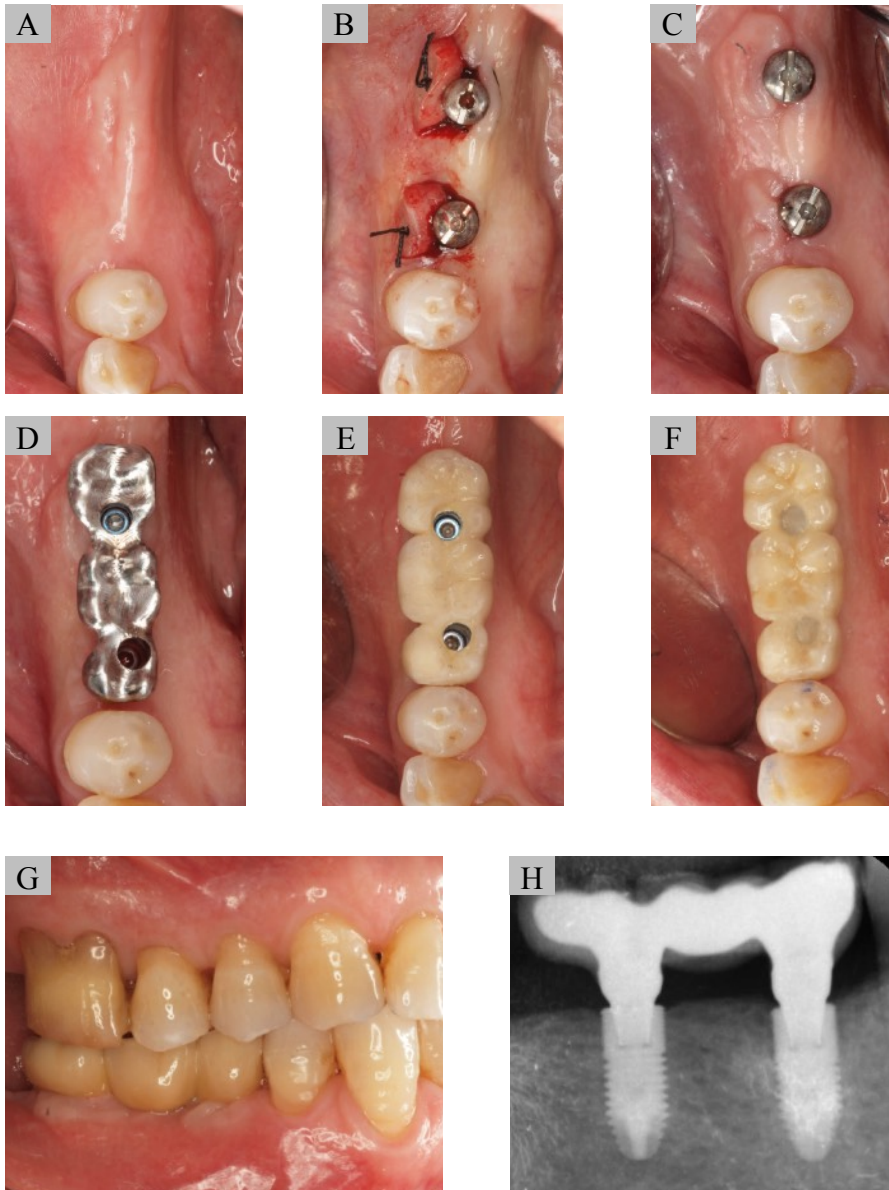
\* *Bio-CAM, Mozo-Grau, S.A., Valladolid, Spain*

† *IPS d.SIGN, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein*

‡ *Tetric-Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein*



**Figura 11.** Continuación caso clínico de la figura 9. Segunda cirugía y rehabilitación protésica mediante corona unitaria del implante #3.6. **A)** Mucosa cicatrizada a los 3 meses de la colocación de los implantes, **B)** Crecimiento óseo sobre la plataforma del implante (*vista oclusal*), **C)** Crecimiento óseo sobre la plataforma del implante (*vista lateral*), **D)** Colocación del tapón de cicatrización, **E)** Cicatrización de la mucosa, **F)** Terminado de la rehabilitación (*vista oclusal*), **G)** Terminado de la rehabilitación (*vista lateral*), **H)** Radiografía periapical a los 7 días de la carga protésica.



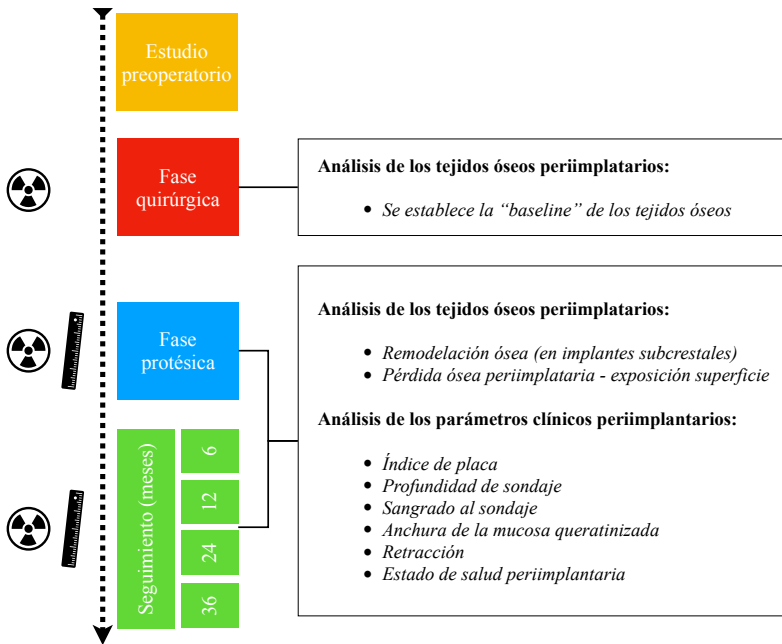
**Figura 12.** Continuación caso clínico de la figura 10. Segunda cirugía y rehabilitación protésica mediante estructura ferulizada de los implantes #4.5 y #4.7. **A)** Mucosa cicatrizada a los 3 meses de la colocación de los implantes, **B)** Segunda cirugía, **C)** Cicatrización de la mucosa, **D)** Prueba de metal, **E)** Prueba de porcelana, **F)** Terminado de la rehabilitación (*vista oclusal*), **G)** Terminado de la rehabilitación (*vista lateral*), **H)** Radiografía periapical a los 7 días de la carga protésica.

#### **5.6.4. Fase de control y seguimiento**

Los pacientes fueron incluidos en un programa de revisiones periódicas en las que se realizaba una limpieza supragingival, se comprobó la oclusión, se reforzó la higiene en casa y se recogió el protocolo de estudio. Las visitas de control fueron las siguientes (Figura 13):

- **Primera visita estudio:** El paciente fue citado al mes y medio de la cirugía para control clínico y radiológico del implante. En esta visita, no se registraron las variables de estudio.
- **Segunda visita estudio:** En el momento de la carga protésica (3 meses de la cirugía) se registraron los parámetros clínicos periimplantarios: 1) índice de placa; 2) profundidad de sondaje; 3) sangrado al sondaje; 4) anchura de la mucosa queratinizada; 5) retracción; y 6) presencia de mucositis o periimplantitis. Se realizó una radiografía periapical paralelizada e individualizada tras la colocación de la corona sobre implante.
- **Tercera visita estudio:** A los 6 meses de la carga protésica, se citó a los pacientes y se les realizó el mismo protocolo de actuación que en la segunda visita de estudio.
- **Cuarta visita estudio:** A los 12 meses de la carga protésica, se citó a los pacientes y se les realizó el mismo protocolo de actuación que en dos citas anteriores.
- **Quinta visita estudio:** A los 24 meses de la carga protésica, se citó a los pacientes y se les realizó el mismo protocolo de actuación que en las tres citas anteriores.

- **Sexta visita estudio:** A los 36 meses de la carga protésica, se citó a los pacientes y se les realizó el mismo protocolo de actuación que en las cuatro citas anteriores.



**Figura 13.** Cronograma del seguimiento y recogida de datos

### 5.6.5. Recogida de datos

Se confeccionó un protocolo que fue cumplimentado para cada paciente del estudio (Anexo 3). Los datos fueron archivados en un fichero automático en una base de datos. Estos datos fueron codificados para su procesamiento estadístico.

### **Datos del paciente e implantes**

- *Número de orden:* A cada paciente se le asignó un número correlativo para tenerlos codificados de forma ordenada.
- *Edad:* La edad que tenía el paciente en el momento de la cirugía.
- *Sexo:* Codificado como 1) mujer; 2) hombre.
- *Antecedentes generales:* Se interrogó al paciente sobre posibles patologías sistémicas, codificado como: 1) no; 2) si, ¿cuales?
- *Medicación habitual:* Se interrogó al paciente si tomaba medicación, codificado como: 1) no; 2) si, ¿cuales?
- *Alergias:* Codificado como: 1) no; 2) si, ¿cuales?
- *Hábito tabáquico:* 1) no fuma; 2) si, hasta 10 cigarrillos.
- *Frecuencia de cepillado:* Número de veces que el paciente se cepillaba al día.
- *Diente a rehabilitar:* Posición en la arcada del diente que iba a ser rehabilitado
- *Diámetro del implante y longitud del implante.*
- *Profundidad de inserción:* 1) colocación crestal; 2) colocación subcrestal.

## Tejidos óseos periimplantarios

### - Metodología de medición:

La exploración radiográfica se llevó a cabo utilizando el sistema intraoral XMind®\* y el receptor digital intraoral RVG†. Para reproducir la angulación de los rayos X en los registros posteriores, se utilizaron los posicionadores XCP de Rinn‡ y un índice de silicona individualizado para cada paciente realizado antes de la cirugía de colocación del implante. Este bloque de mordida se modificó una vez que se colocó la corona, con el fin de obtener una radiografía más precisa.

El seguimiento radiológico fue el siguiente: 1) inmediatamente después de la colocación del implante (**T0**); 2) el día de la carga protésica (**T1**); 3) a los 6 meses de la carga protésica (**T2**); 4) a los 12 meses de la carga protésica (**T3**); 5) a los 24 meses de la carga protésica (**T4**); y 6) a los 36 meses de la carga protésica (**T5**). Para realizar las mediciones se utilizó el programa informático de análisis de imagen DBSWIN§. Cada imagen se calibró utilizando la longitud del implante conocida previamente. Para realizar las mediciones, se localizaron dos puntos de referencia visibles y fácilmente localizables en cada extremo de la plataforma del implante. Se trazó una línea recta uniendo los dos puntos de referencia y se consideró como “altura cero”. Para determinar el nivel de hueso, se trazó una línea perpendicular en mesial y en distal desde la altura cero hasta la cresta ósea marginal, redondeando a la posición más cercana de 0,1 mm.

Las mediciones en los niveles óseos periimplantarios podrían dar varios supuestos clínicos en función del grupo de estudio (Figura 14):

---

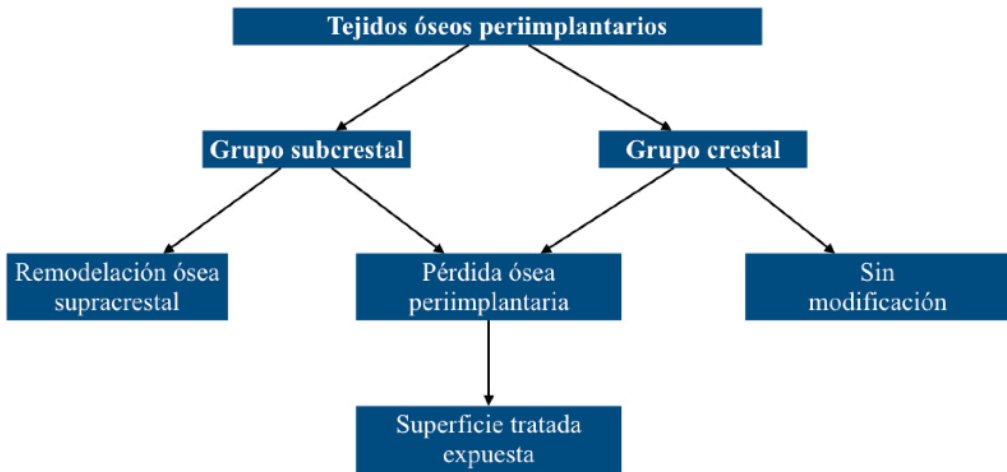
\* Groupe Satelec-Pierre Rolland, Burdeos, Francia

† Kodak Dental sistema, Atlanta, GA, EE.UU.

‡ Dentsply®, Des Plaines, IL, EE.UU.

§ Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemania

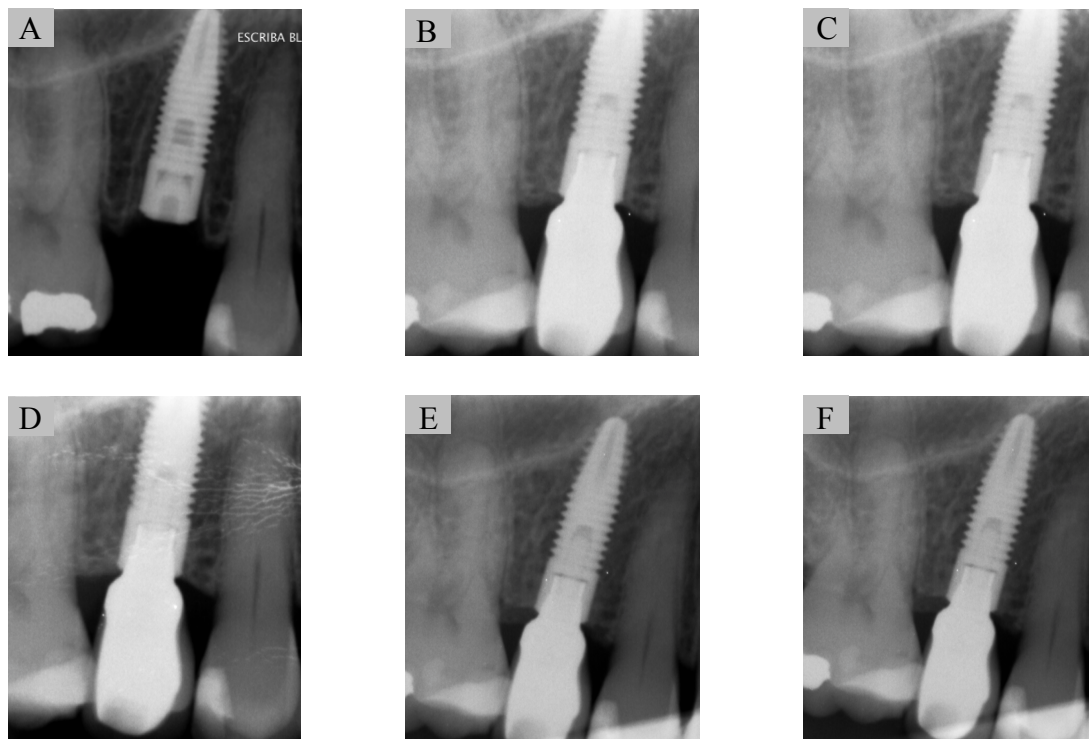




**Figura 14.** Supuestos clínicos del comportamiento de los tejidos óseos periimplantarios en función del grupo de estudio

- *Remodelación ósea:*

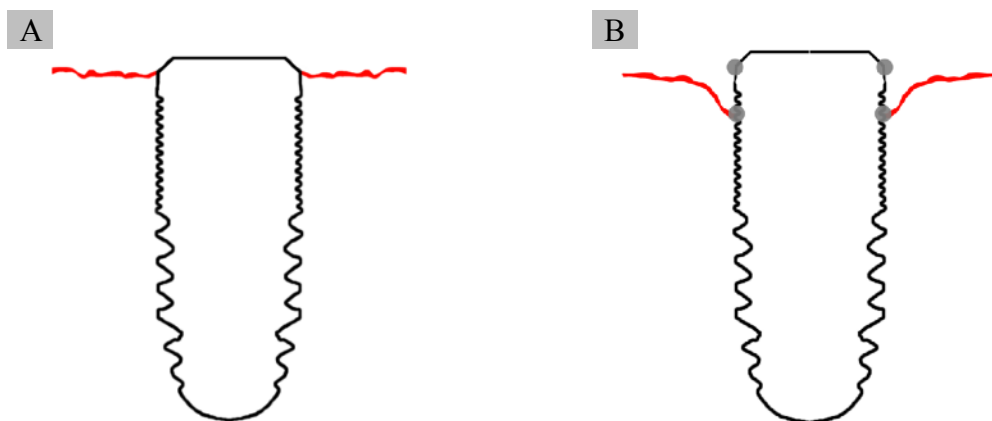
La remodelación ósea supracrestal respondió al hueso periimplantarios que se encontraba coronalmente a la plataforma del implante y se calculó en milímetros comparando las radiografías tras la colocación del implante con las radiografías obtenidas durante las sucesivas visitas de control. En cada implante se obtuvo una remodelación ósea mesial y distal, expresada con valores positivos (28) (Figura 15).



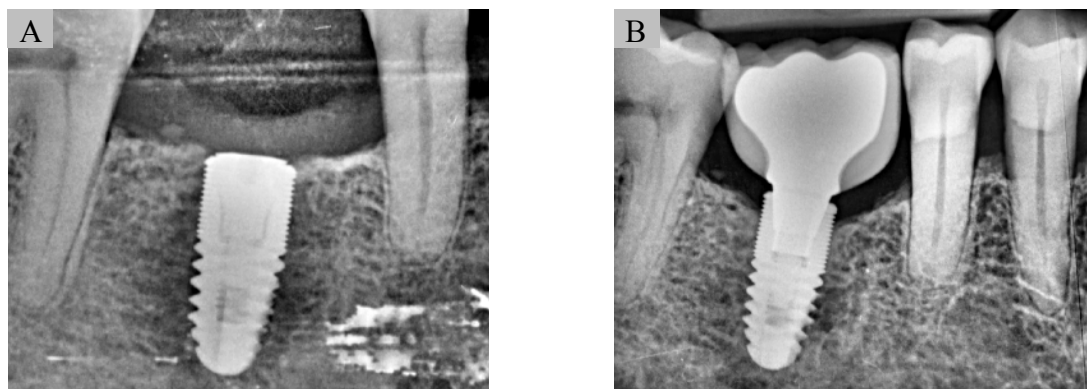
**Figura 15.** Evolución radiográfica del hueso periimplantarios en un implante colocado de forma subcrestal. **A)** En el momento de colocación del implante, **B)** En el momento de colocación de la prótesis **C)** A los 6 meses de la carga protésica, **D)** A los 12 meses, **E)** A los 24 meses, **F)** A los 36 meses.

- *Pérdida ósea periimplantaria - superficie rugosa expuesta*

La pérdida ósea - superficie rugosa expuesta, respondió al hueso periimplantario que se encontraba apicalmente a la plataforma del implante y por tanto dejaba parte de la superficie rugosa del implante sin recubrimiento óseo. Se calculó en milímetros comparando las radiografías tras la colocación del implante con las radiografías obtenidas durante las sucesivas visitas de control. En cada implante se obtuvo una pérdida ósea mesial y distal, expresada con valores negativos (28) (Figura 16 y 17).



**Figura 16.** A) Dibujo que representa la colocación de un implante Ticare® *Inhex* a nivel crestal, B) Dibujo que representa implante Ticare® *Inhex* con pérdida ósea dejando parte de la superficie rugosa del implante sin cobertura ósea



**Figura 17.** A) Caso clínico de un implante unitario Ticare® *Inhex* colocado en posición #4.6 de forma crestal, B) Mismo implante Ticare® *Inhex* con superficie tratada expuesta a los 36 meses de seguimiento.

## Parámetros clínicos periimplantarios

### - Índice de placa:

Se cuantificó la cantidad de placa en cada implante mediante los valores establecidos por Mombelli *y cols.* (79): 0) ausencia de placa 1) placa no visible pero se elimina con la sonda periodontal 2) placa visible en tercio inferior del implante 3) placa visible en dos tercios del implante. Se tomaron 4 puntos por implante: vestibular, lingual/palatino, mesial y distal. Para el cálculo estadístico se utilizó el valor medio de los 4 puntos de placa bacteriana de cada implante (Figura 18).



**Figura 18.** Índice de placa valor 2.

### - Profundidad de sondaje:

Mediante una sonda periodontal milimetrada se realizó un registro de las bolsas peri-implantarias de los implantes. Se tomaron tres puntos de referencia por vestibular y tres por lingual/palatino de cada implante. Para el cálculo estadístico se usó el valor medio de los seis puntos de sondaje (121) (Figura 19).



**Figura 19.** Sondaje de 2 mm en un #1.5.

- *Sangrado al sondaje:*

Se cuantificó la cantidad de sangrado al sondaje en cada implante mediante los valores establecidos por Mombelli y cols. (79): 0) ausencia de sangrado 1) un punto de sangrado 2) una línea de sangrado 3) sangrado profuso (Figura 20).



**Figura 20.** Sangrado profuso.

- *Retracción de la mucosa:*

Mediante una sonda periodontal milimetrada se realizó un registro de la distancia del margen gingival a la unión implanto-prótesis en el aspecto del tercio medio vestibular (43).

- *Anchura de la mucosa queratinizada:*

En el tercio medio vestibular, paralelo al eje central de la corona sobre implante; se midió mediante una sonda periodontal milimetrada desde el margen gingival hasta el límite muco-gingival (47) (Figura 21).



**Figura 21.** Medición de la mucosa queratinizada.

- *Estado de salud periimplantario:*

**Sano**

Se consideró salud periimplantaria cuando existía ausencia de signos clínicos de inflamación de los tejidos blandos (sin sangrado al sondaje) y ausencia de pérdida ósea (82) (Figura 22).

**Mucositis**

Se consideró que los implantes presentaban mucositis cuando aparecía la mucosa enrojecida, inflamada, con sangrado al sondaje y sin pérdida ósea radiográfica (122) (Figura 23).

**Periimplantitis**

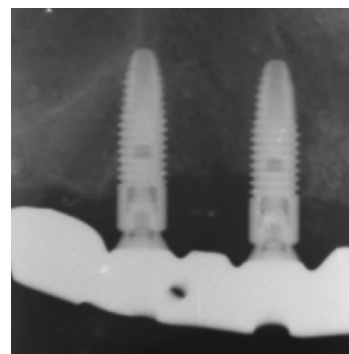
Se consideró que los implantes presentaban periimplantitis, cuando mostraban pérdida ósea radiográfica, junto con sangrado y aumento de la profundidad de sondaje (122) (Figura 24).



**Figura 22.** Colocación de un implante en posición #23 con un estado periimplantario sano.



**Figura 23.** Inflamación de los tejidos periimplantarios sin pérdida ósea marginal.



**Figura 24.** Inflamación de los tejidos periimplantarios con pérdida ósea marginal. Implante Ticare® *Inhex* de un paciente desdentado completo (no incluido en el estudio).

## **Criterios de éxito de los implantes**

Se evaluó el éxito de los implantes mediante los criterios clínicos y radiológicos de Albrektsson (2), que incluye los siguientes aspectos a los 6, 12, 24 y 36 meses de seguimiento tras la carga protésica:

- Inmovilidad del implante.
- Ausencia de radiolucidez periimplantaria.
- Pérdida ósea vertical menor de 0,2mm al año.
- Ausencia de signos y síntomas, tal como dolor, infecciones, neuropatías y parestesias.

## 5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis descriptivo proporcionó los resultados estadísticos más relevantes para cada uno de los parámetros y variables de clasificación de pacientes e implantes: media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana para las continuas y frecuencias absolutas y porcentajes para las categóricas.

Respecto al análisis inferencial, inicialmente se evaluó la homogeneidad de los grupos crestal y subcrestal en cuanto a variables de perfil del paciente y características de los implantes con prueba t y  $Chi^2$  de Pearson.

Para analizar las respuestas de tipo binario (presencia de pérdida en cretales o de remodelación activa en subcretales) a lo largo del seguimiento, se estimó una regresión logística binaria mediante ecuaciones de estimación generalizadas, con factor intra-implante en el tiempo de revisión. El estadístico  $Chi^2$  de Wald obtuvo estimaciones del odds ratio (*OR*). Las comparaciones múltiples se corrigieron según el criterio de Bonferroni.

Para el estudio de la probabilidad de pérdida ósea en función del tiempo de visita y el grupo como factor entre-implantes, se empleó un modelo similar evaluando también la interacción entre ambos. Por otra parte, se estudian los cambios en valor absoluto de pérdida de los cretales, del hueso durante la remodelación de los subcretales y de la superficie tratada expuesta en el global de la muestra a través de modelos lineales generales de tipo EEG. En este último caso, el factor entre-implantes es el grupo de inserción del implante.

El efecto de otros factores sobre la pérdida, remodelación o superficie expuesta se evalúa mediante modelos EEG similares, a los que se añaden términos de efecto principal de esos factores e interacciones con el tipo de técnica utilizada. El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido el 5% ( $\alpha=0.05$ ).



**6.**

## **RESULTADOS**



## 6.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

### 6.1.1. Descripción de la muestra

Ciento cincuenta pacientes fueron seleccionados durante el período de realización del estudio. Diez pacientes fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión: 4 no presentaban suficiente cantidad de hueso y eran necesarios procedimientos de aumento óseo y 4 eran fumadores de más de 10 cigarrillos al día y 2 paciente presentaba una enfermedad sistémica mal controlada. Se incluyeron en el estudio 140 pacientes (70 pacientes aleatorizados al grupo crestal y 70 pacientes al grupo subcrestal) a los que se colocaron 288 implantes (Figura 25).

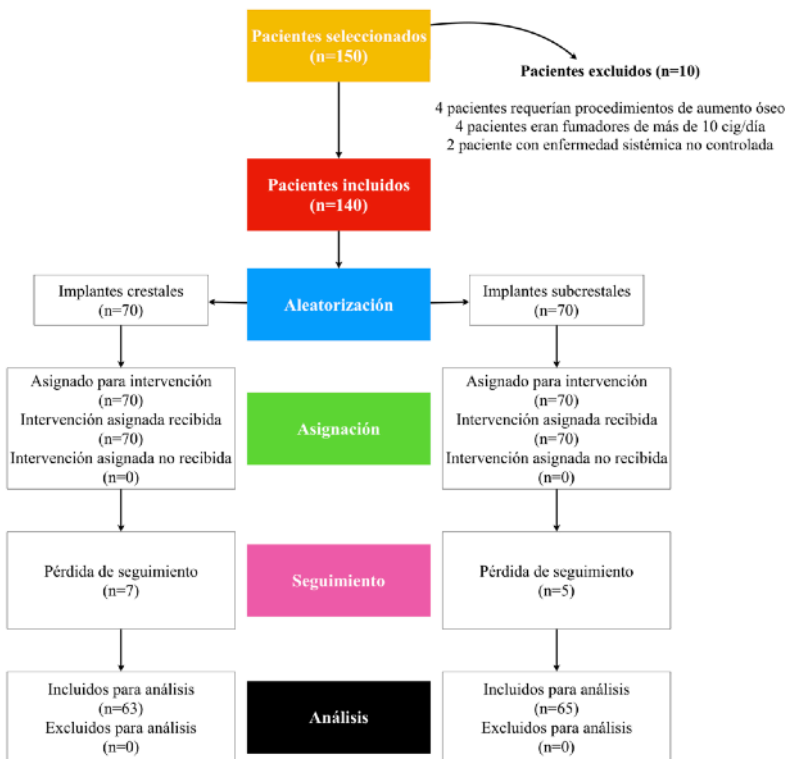


Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de los sujetos a través de las fases del estudio.

### **6.1.2. Pérdida de seguimiento**

Se produjeron 12 abandonos durante el periodo de seguimiento: 4 no quiso seguir con el estudio por cambio de domicilio y 8 por falta de asistencia a las visitas de seguimiento programadas. La muestra final estuvo compuesta por 128 pacientes a los que se colocaron 265 implantes (133 implantes crestaes y 132 implantes subcrestaes).

### **6.1.3. Datos del paciente**

La población de estudio estuvo formada por 83 mujeres y 45 hombres. La edad media de los pacientes fue de  $54,4 \pm 12,2$  años (rango entre 22 y 82 años) (Tabla 10). En referente a los antecedentes médicos de interés, todos los pacientes fueron ASA I o ASA II (pacientes sanos o con patología leve sistémica controlada). En el grupo de implantes crestaes 4 pacientes eran hipertensos y 6 presentaban niveles elevados de colesterol en sangre. En el grupo de implantes subcrestaes 1 paciente presentaba insuficiencia cardíaca leve, 3 pacientes eran hipertensos y 2 presentaban un trastorno metabólico (diabetes tipo II). Con respecto al consumo de tabaco, 87 no fumaban y 41 eran fumadores de hasta 10 cigarrillos al día. No hubo diferencias significativas entre el consumo de tabaco y la pertenencia a uno u otro grupo ( $p=0,295$ ) (Tabla 10). En un 7% la frecuencia de cepillado fue 1 vez al día, en un 71,1% de 2 veces al día y de un 21,9% de 3 veces al día. No hubo diferencias significativas entre la frecuencia de cepillado y la pertenencia a uno u otro grupo ( $p=0,345$ ) (Tabla 10).

## Resultados

.....

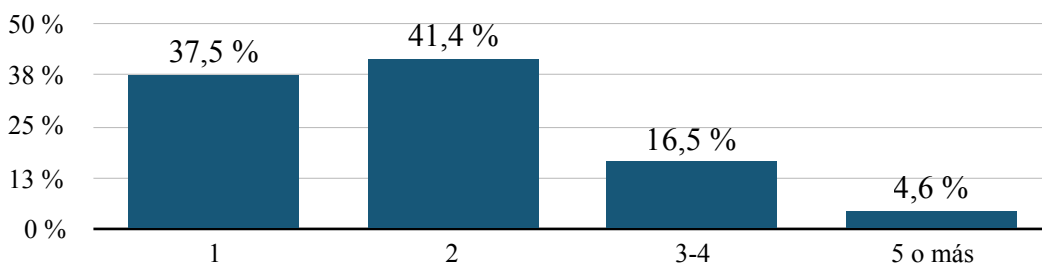
**Tabla 10.** Distribución de la muestra por sexo, edad, consumo de tabaco y frecuencia de cepillado para el total y grupo de estudio.

		Total		Crestal		Subcrestal		p
		n	%	n	%	n	%	
Sexo	Hombre	83	64,8	36	57,1	47	72,3	0,572 (Chi <sup>2</sup> )
	Mujer	45	35,2	27	42,9	18	27,7	
Edad		54,4±12,2		54,8±10,4		55,6±11,7		0,551 (t)
Tabaco	No	87	67,9	42	66,6	45	69,2	0,295 (t)
	< 10 cig/d	41	32,1	21	33,4	20	30,8	
Cepillado	1 vez/día	9	7	4	6,4	5	7,7	0,345 (t)
	2 veces/día	91	71,1	47	74,6	44	67,6	
	3 veces/día	28	21,9	12	19	16	24,7	

(Chi<sup>2</sup>) test Chi<sup>2</sup> (t) test t-student.

### 6.1.4. Datos del implante

Cada paciente aporta a la muestra una media de 2,01 implantes (Figura 26). Cuarenta y ocho pacientes aportaron un solo implante, 53 pacientes dos implantes, 21 pacientes entre 3 y 4 implantes y 6 pacientes aportaron 5 implantes o más.



**Figura 26.** Número de implantes por paciente.

En lo referente a la arcada, se colocaron 134 implantes en maxilar y 131 en mandíbula. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la distribución por arcada dental entre ambos grupos ( $p=0,499$ ) (Tabla 11). Con respecto a la posición que

## *Resultados*

.....

ocupaban en la arcada, 24 implantes se colocaron en el sector anterior (10 implantes crestales y 14 subcrestaletales) y 241 implantes en el sector posterior (123 implantes crestaletales y 118 subcrestaletales). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio ( $p=0,675$ ) (Tabla 11).

**Tabla 11.** Posición del implante según diente a rehabilitar para el total de la muestra y por grupo de estudio.

	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	Total
Total	10	12	20	13	2	1	0	2	3	4	18	18	26	5	134
Crestal	7	4	8	8	2	1	0	1	0	2	8	13	13	4	71
Subcrestaletal	3	8	12	5	0	0	0	1	3	2	10	5	13	1	63
Subcrestaletal	5	14	6	3	1	3	1	1	2	0	5	3	19	6	69
Crestal	7	13	4	4	0	1	1	2	0	0	0	5	13	12	62
Total	12	27	10	7	1	4	2	3	2	0	5	8	32	18	131
	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	

En cuanto a el diámetro y longitud, osciló entre los 3,75 y los 5,0mm y de 10 a 15mm respectivamente. En la distribución por grupos, no encontramos diferencias significativas entre grupos en el diámetro ( $p=0,480$ ) y longitud ( $p=0,115$ ) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Longitud y diámetro de los implantes para el total de la muestra y por grupo de estudio (mm).

		Total		Crestal		Subcrestaletal		p*
		n	%	n	%	n	%	
Diámetro	3,75	82	30,9	37	27,8	45	34,1	0,480 (Chi <sup>2</sup> )
	4,25	152	57,4	81	60,9	71	53,8	
	5,0	31	11,7	15	11,3	16	12,1	
Longitud	10	158	59,6	71	53,4	87	65,9	0,115 (Chi <sup>2</sup> )
	11,5	72	27,2	42	31,6	30	22,7	
	13	30	11,3	16	12	14	10,6	
	15	5	1,9	4	3	1	0,8	

\*(t) test t-student. (Chi<sup>2</sup>) test Chi<sup>2</sup>.

.....

Respecto a las restauraciones protésicas, 99 implantes (49 implantes crestales y 50 subcrestales) fueron rehabilitados mediante coronas unitarias y 166 implantes (84 implantes crestales y 82 subcrestales) fueron rehabilitados mediante 2 o 3 coronas ferulizadas (Figura 27).

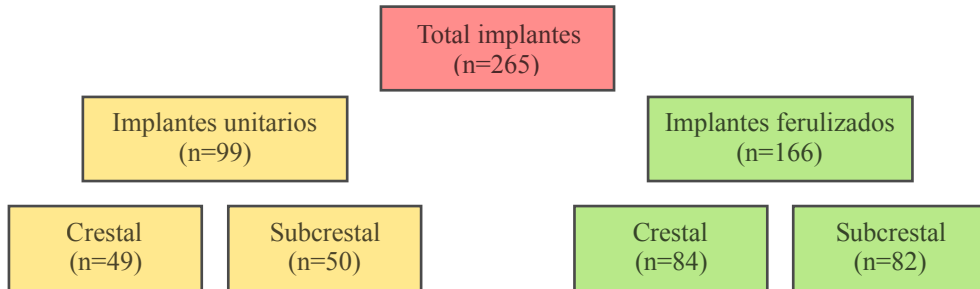


Figura 27. Distribución del total de implantes por grupo y prótesis

## 6.2. ANÁLISIS COMPARATIVO

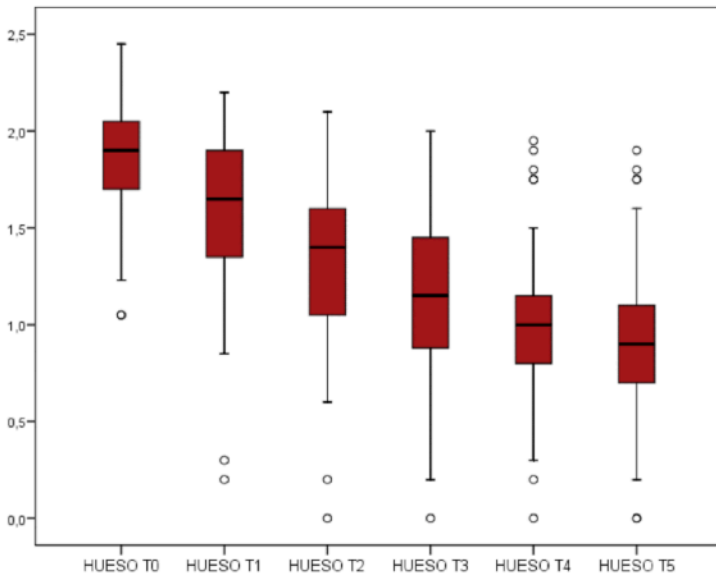
### 6.2.1. Tejidos óseos periimplantarios

#### Remodelación ósea

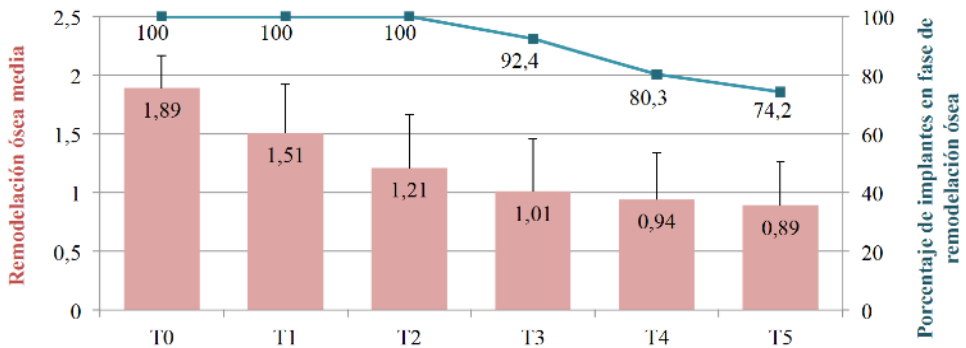
La remodelación ósea únicamente se dio en el grupo de implantes colocados de forma subcrestal. En el momento de la colocación, los implantes subcrestales quedaron sumergidos una media de  $1,89 \pm 0,28$  mm. En el momento de la carga protésica y a los 6 meses de seguimiento, todos los implantes se encontraban en fase de remodelación con valores de  $1,51 \pm 0,41$  mm y  $1,21 \pm 0,45$  mm respectivamente (Figura 28).

Los primeros casos con pérdida ósea en implantes subcrestales se observaron a los 12 meses de seguimiento, permaneciendo en fase de remodelación el 92,4% de los implantes restantes con valores medios de  $1,01 \pm 0,45$  mm. A los 24 meses de seguimiento la remodelación siguió presente en el 80,3% de los implantes y disminuyó al 74,2% a los 36 meses de seguimiento con valores de  $0,89 \pm 0,37$  mm (Figura 29).

## Resultados



**Figura 28.** Diagrama de cajas que muestra la distribución de valores de remodelación ósea en implantes subcrestales en cada uno de los tiempos de seguimiento.



**Figura 29.** La gráfica lineal representa el porcentaje de implantes en fase de remodelación ósea, mientras que el gráfico de barras muestra los milímetros que permanecen sumergidos con relación a la cresta ósea (referencia 0).



## Resultados

.....

A excepción de las 3 primeras visitas de control, donde todos los implantes se encuentran en fase de remodelación y, por tanto, no hay diferencias ( $p=1,000$ ); desde los 12 meses de seguimiento hasta la última visita de control, la probabilidad de que el implante se encuentre en fase de remodelado disminuyó de forma significativa con el tiempo ( $p<0,001$ ). Al analizar la cantidad de remodelación ósea en función del tiempo, se observó una disminución significativa entre el momento de colocación del implante y los 12 meses de seguimiento ( $p<0,001$ ), por el contrario, en las vistas de seguimiento posteriores estas diferencias no fueron significativas ( $p>0,05$ ) (Tabla 13).

**Tabla 13.** Porcentaje de implantes subcrestales en fase de remodelación y milímetros subcrestales en cada uno de los tiempos de seguimiento.

	Subcrestal			p*
	N (%)	Min-Max (Mediana)	Media $\pm$ DE	
T0	100	1-2,6 (1,9)	1,8 $\pm$ 0,2	0,001
T1	100	0,2-2,2 (1,6)	1,5 $\pm$ 0,4	
T2	100	0-2,1 (1,2)	1,2 $\pm$ 0,4	
T3	92,4	0-2 (1)	1 $\pm$ 0,4	
T4	80,3	0-1,9 (0,9)	0,9 $\pm$ 0,4	
T5	74,2	0-1,9 (0,9)	0,8 $\pm$ 0,3	

\*p Resultado test Chi<sup>2</sup> de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.  
 $\pm$  DE: Desviación estándar.  
T0: colocación implante; T1: prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.

Se decidió estudiar el efecto que tenía la prótesis (unitarias o puentes ferulizados) sobre el proceso de remodelación ósea en implantes subcrestales. En el momento de colocación de los implantes, los implantes unitarios y ferulizados quedaron sumergidos una media de 1,93mm y 1,87mm respectivamente (Tabla 14).

En la última visita de control la diferencia entre ambos grupos es algo mayor (1,01mm en implantes unitarios y de 0,81mm en ferulizados) y si bien no se alcanza la significatividad estadística ( $p=0,058$ ), la tendencia sugiere que la remodelación parece

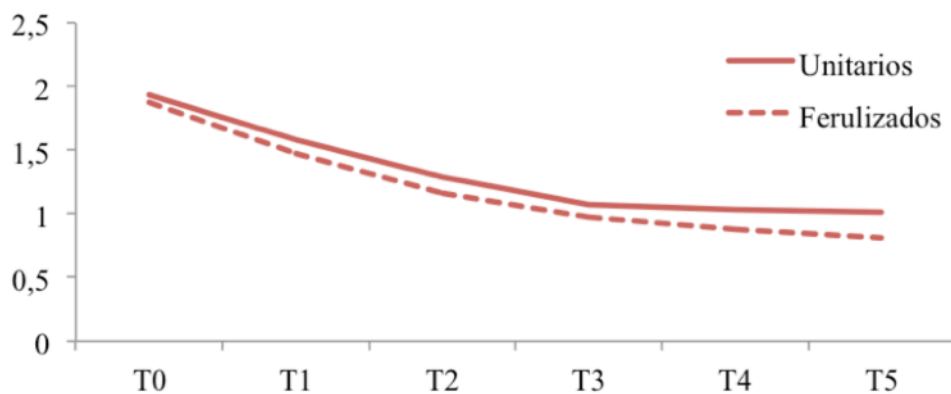
## Resultados

haberse producido más rápida en el grupo de implantes ferulizados (Figura 30). No obstante, el modelo estadístico concluye que el tipo de prótesis no influye en el proceso de remodelación ósea ( $\text{Chi}^2=3,54$ ;  $p=0,617$ ).

**Tabla 14.** Evolución de la remodelación ósea (en mm) en implantes subcrestales en función del tipo de prótesis

	Unitario			Ferulizados			p*
	N	Min-Max (Mediana)	Media $\pm$ DE	N	Min-Max (Mediana)	Media $\pm$ DE	
T0	50	1,2-2,6 (2)	1,93 $\pm$ 0,31	82	1,0-2,3 (1,9)	1,87 $\pm$ 0,25	0,001
T1	50	0,3-2,2 (1,7)	1,58 $\pm$ 0,38	82	0,2-2 (1,5)	1,47 $\pm$ 0,42	
T2	50	0-2,1 (1,3)	1,29 $\pm$ 0,49	82	0-1,8 (1,1)	1,16 $\pm$ 0,43	
T3	48	0-2 (1,1)	1,07 $\pm$ 0,55	74	0,2-1,6 (1)	0,97 $\pm$ 0,37	
T4	41	0-1,9 (1)	1,03 $\pm$ 0,50	65	0-1,5 (1)	0,88 $\pm$ 0,30	
T5	36	0-1,9 (1)	1,01 $\pm$ 0,48	62	0,2-1,3 (1)	0,81 $\pm$ 0,26	
p*	0,058						

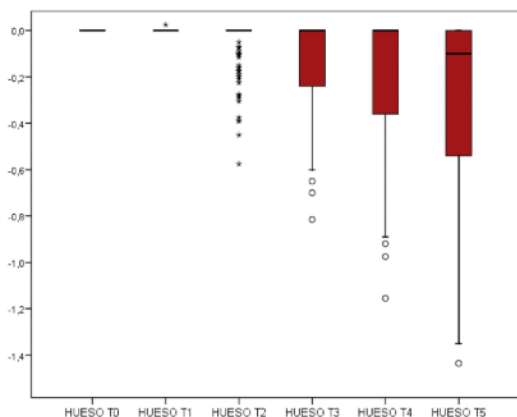
\*p Resultado test  $\text{Chi}^2$  de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.  
 $\pm$  DE: desviación estándar.  
T0: colocación implante; T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.



**Figura 30.** Evolución de la remodelación ósea en implantes subcrestales en función del tipo de prótesis.

### Pérdida ósea periimplantaria - superficie rugosa expuesta

En los implantes crestales, no se observó pérdida ósea en el momento de la carga protésica, por el contrario, a los 6 meses de seguimiento, el 21,8% de los implantes presentaba pérdida ósea con valores medios de  $-0,05 \pm 0,11$ mm. La pérdida ósea aumentó significativamente con el tiempo ( $p < 0,001$ ), observándose a los 36 meses de seguimiento una pérdida ósea de  $-0,29 \pm 0,35$ mm (rango  $-1,44$  a  $0$ ) en el 53,4% de los implantes (Tabla 15) (Figura 31).



**Figura 31.** Diagrama de cajas que muestra la distribución de valores de la pérdida ósea en implantes crestales en cada uno de los tiempos de seguimiento.

En los implantes subcrestales, los primeros registros de pérdida ósea se observaron a los 12 meses de seguimiento donde el 7,6% de los implantes presentaban pérdida ósea con valores medios de  $-0,02 \pm 0,06$ mm. La pérdida ósea aumentó a los 24 meses de seguimiento al 19,7%, con valores medios de  $-0,05 \pm 0,12$ mm. A los 36 meses de seguimiento, el 25,8% de los implantes subcrestales habían remodelado todo el hueso inicial y presentaban pérdidas óseas de  $-0,09 \pm 0,18$ mm (Tabla 15) (Figura 32).

## Resultados

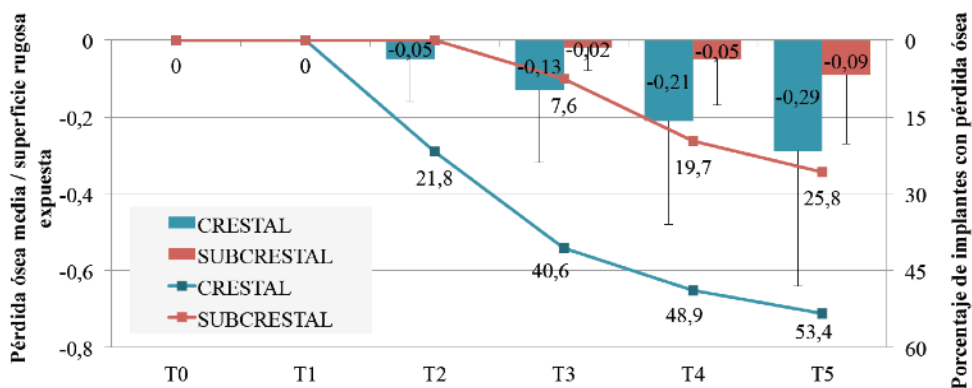
**Tabla 15.** Porcentaje de implantes crestaes y subcrestaes que presentan pérdida ósea/exposición de la superficie rugosa (en mm) en cada uno de los tiempos de seguimiento.

	Crestal			Subcrestal			p*
	N (%)	Min-Max (Mediana)	Media ± DE	N (%)	Min-Max (Mediana)	Media ± DE	
T0	0	0-0 (0)	0	0	0-0 (0)	0	0,001
T1	0	0-0 (0)	0	0	0-0 (0)	0	
T2	21,8	-0,6-0 (0)	-0,05±0,1	0	0-0 (0)	0	
T3	40,6	-0,7-0 (0)	-0,1±0,1	7,6	-0,3-0 (0)	-0,02±0,06	
T4	48,9	-1,1-0 (0)	-0,2±0,2	19,7	-0,5-0 (0)	-0,05±0,1	
T5	53,4	-1,5-0 (0)	-0,2±0,3	25,8	-0,7-0 (0)	-0,09±0,1	

\*p Resultado test Chi<sup>2</sup> de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.

± DE: desviación estándar.

T0: colocación implante; T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.



**Figura 32.** Evolución de la pérdida ósea periimplataria - superficie rugosa expuesta en implantes crestaes y subcrestaes.

## *Resultados*

.....

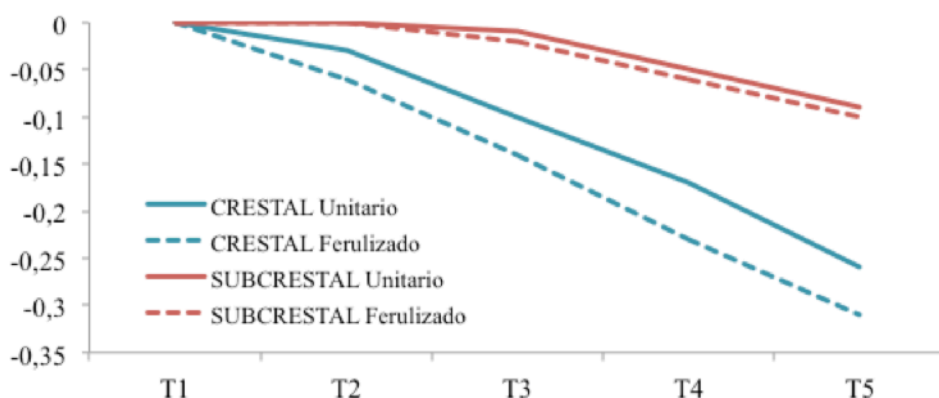
Se decidió estudiar el efecto que tenía la prótesis (unitarias o puentes ferulizados) sobre la pérdida ósea/superficie rugosa expuesta a lo largo del seguimiento. El tipo de prótesis no influyó en el inicio de la pérdida ósea, pues los registros iniciales se produjeron tanto en prótesis unitaria como ferulizadas de forma simultánea e independientemente del grupo de estudio (crestal-subcrestal) (Tabla 16).

Como se ha observado en anteriores apartados, de forma aislada, la pérdida ósea es mayor en implantes crestales que en implantes subcrestales ( $\text{Chi}^2=34,16; p=0,001$ ), no obstante, la prótesis no guarda relación estadística entre ambos grupos ( $\text{Chi}^2=0,83; p=0,363$ ). Se aprecia una mayor pérdida ósea entre los implantes crestales rehabilitados con prótesis ferulizadas, por el contrario, los implantes subcrestales no experimentaron ninguna diferencia (Figura 33).

<b>Tabla 16.</b> Pérdida ósea periimplantaria (en mm) en función del grupo de estudio y prótesis.					
	Crestal		Subcrestal		p*
	Unitario (n=49)	Ferulizado (n=84)	Unitario (n=50)	Ferulizado (n=82)	
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	
T1	0	0	0	0	0,634
T2	-0,03 $\pm$ 0,09	-0,06 $\pm$ 0,11	0	0	
T3	-0,10 $\pm$ 0,16	-0,14 $\pm$ 0,20	-0,01 $\pm$ 0,04	-0,02 $\pm$ 0,07	
T4	-0,17 $\pm$ 0,23	-0,23 $\pm$ 0,30	-0,05 $\pm$ 0,11	-0,06 $\pm$ 0,13	
T5	-0,26 $\pm$ 0,33	-0,31 $\pm$ 0,36	-0,09 $\pm$ 0,16	-0,10 $\pm$ 0,19	

\*p Resultado test  $\text{Chi}^2$  de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.  
 $\pm$  DE: desviación estándar.  
T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.

## Resultados



**Figura 33.** Evolución de la pérdida ósea periimplataria/superficie rugosa expuesta según tipo de prótesis en implantes crestales y subcrestales.

### Relación entre el nivel óseo inicial y la pérdida ósea final.

Se decidió estudiar el valor pronóstico del nivel óseo inicial y la pérdida ósea final. La tabla 17 cruza la presencia de pérdida ósea periimplantaria (si/no) y el nivel óseo inicial de los implantes en los diferentes tiempos de seguimiento. Los primeros registros de pérdida ósea se produjeron a los 6 meses de seguimiento, e implicaron un 21,8% de los implantes con una relación crestal (relación=0mm), por el contrario, los implantes con una relación subcrestal (relación $\geq$ 1,5mm) no presentaban signos de pérdida ósea marginal.

La situación cambió a los 12 meses de seguimiento, donde todos los grupos presentaban pérdida ósea independientemente del nivel óseo inicial, no obstante, la pérdida ósea no se produjo de forma homogénea en todos los grupos, pues fue mayor en aquellos implantes con una relación crestal (40,6%) que los sumergidos  $\leq$ 1,5mm (20%), los sumergidos entre 1,5 a 2mm (6,8%) o  $\geq$ 2mm (4,7%).

Este patrón se repitió a los 24 y 36 meses de seguimiento, donde se observó que el 53,4% de los implantes con una relación crestal presentaban pérdida ósea frente al 26,7% de los implantes que habían sido sumergidos  $\leq$ 1,5mm, o el 20,3% de los

## Resultados

.....

implantes que habían sido sumergidos entre 1,5 a 2mm, o el 34,9% de aquellos implantes que habían sido sumergidos  $\geq 2$ mm.

De este modelo se puede extraer que, la probabilidad de pérdida ósea es significativamente menor en implantes subcrestales (relación  $\geq 1,5$ mm) respecto a los implantes crestales (relación=0mm), es decir un implante subcrestal reduce el riesgo en un 88% de pérdida ósea (OR=0,12;  $p < 0,001$ ).

**Tabla 17.** Pérdida ósea periimplantaria (si/no) en función de la relación inicial a la cresta ósea

		Relación de la plataforma respecto a la cresta ósea								p*
		=0mm		$\leq 1,5$ mm		1,5 - 2mm		$\geq 2$ mm		
		N	%	N	%	N	%	N	%	
Pérdida ósea en T0	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	No	133	100	15	100	74	100	43	100	
Pérdida ósea en T1	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	No	133	100	15	100	74	100	43	100	
Pérdida ósea en T2	Sí	29	21,8	0	0	0	0	0	0	<0,001
	No	104	78,2	15	100	74	100	43	100	
Pérdida ósea en T3	Sí	54	40,6	3	20	5	6,8	2	4,7	<0,001
	No	79	59,4	12	80	69	93,2	41	95,3	
Pérdida ósea en T4	Sí	65	48,9	3	20	11	14,9	12	27,9	<0,001
	No	68	51,1	12	80	63	85,1	31	72,1	
Pérdida ósea en T5	Sí	71	53,4	4	26,7	15	20,3	15	34,9	<0,001
	No	62	46,6	11	73,3	59	79,7	28	65,1	

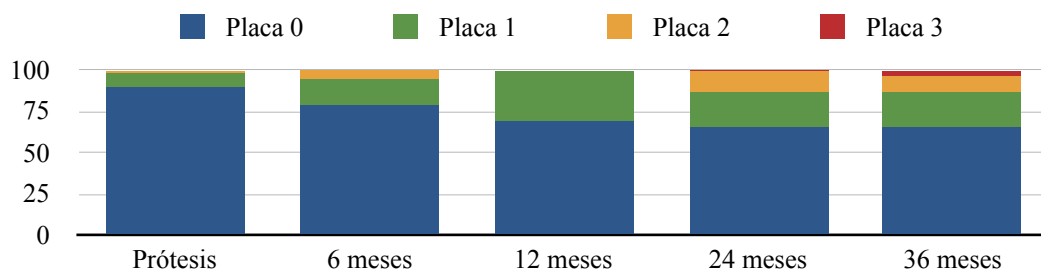
\*p Resultado test Chi<sup>2</sup> de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.

T0: colocación implante; T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.

## 6.2.2. Parámetros clínicos periimplantarios

### Índice de placa bacteriana

El índice de placa fue bajo independientemente del grupo de estudio durante el periodo de seguimiento (Figura 34). La tabla 18 muestra los resultados en función del grupo de estudio, que fueron mínimos durante todo el periodo de seguimiento sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $\text{Chi}^2=3,51$ ;  $p=0,065$ ).



**Figura 34.** Diagrama de barras apiladas que representa (en porcentaje) el valor Mombelli para la muestra completa de implantes a lo largo del seguimiento. Véase como el valor Mombelli 0 y 1 representa la mayoría de los valores registrados, indicando un índice de placa bajo.

**Tabla 18.** Índice de placa en función del grupo de estudio y el tiempo de seguimiento

	Prótesis		6 meses		12 meses		24 meses		36 meses		
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
Media $\pm$ DE	0,1 $\pm$ 0,4	0,1 $\pm$ 0,3	0,2 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,5	0,4 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,4	0,5 $\pm$ 0,8	0,4 $\pm$ 0,7	0,5 $\pm$ 0,8	0,4 $\pm$ 0,8	
Valor Mombelli (%)	0	89,5	88,6	76,7	80,3	60,2	76,5	64,7	67,4	61,7	69,7
	1	8,3	9,8	17,3	14,4	38,3	23,5	18,8	22,7	25,6	17,4
	2	2,3	1,5	6	5,3	1,5	0	15	8,3	7,5	9,1
	3	0	0	0	0	0	0	1,5	1,5	5,3	3,8

C: Crestal, SC: Subcrestal

$\pm$  DE: desviación estándar.



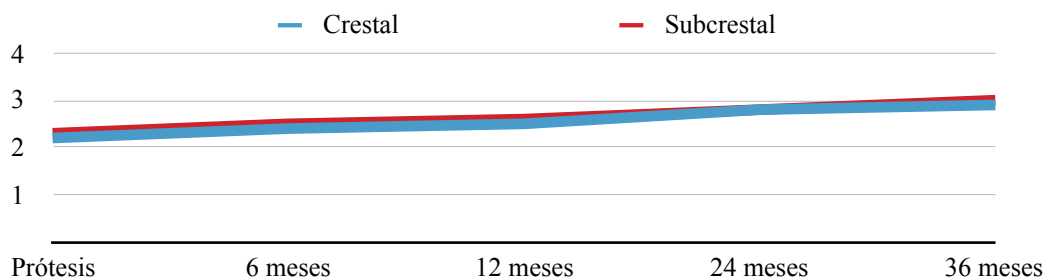
Profundidad de sondaje

El sondaje medio en los implantes crestaless y subcrestales a los 36 meses de seguimiento fue de  $2,97\pm 0,90$  y de  $3,06\pm 0,88$  mm respectivamente (Tabla 19). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de estudio ( $\text{Chi}^2=0,98$ ;  $p=0,322$ ), por el contrario, el sondaje aumentó de forma significativa a lo largo del tiempo ( $\text{Chi}^2=194,34$ ;  $p=0,001$ ) (Figura 35).

**Tabla 19.** Sondaje periimplantario en función del grupo de estudio y el tiempo de seguimiento

	Crestal			Subcrestal			p*
	Min-Max (Mediana)	Media ± DE	Sondaje ≥4mm (%)	Min-Max (Mediana)	Media ± DE	Sondaje ≥4mm (%)	
T1	1-3 (1)	2,2±0,5	0	1-4 (2)	2,3±0,6	1,5	0,613
T2	1-4 (2)	2,4±0,6	2,3	1-4 (2)	2,5±0,7	6,8	
T3	1-5 (2)	2,5±0,7	8,3	1-5 (2)	2,6±0,7	8,3	
T4	1-5 (2)	2,8±0,8	11,3	1-5 (2)	2,8±0,8	12,1	
T5	1-6 (3)	2,9±0,9	17,3	1-6 (3)	3±0,8	19,7	

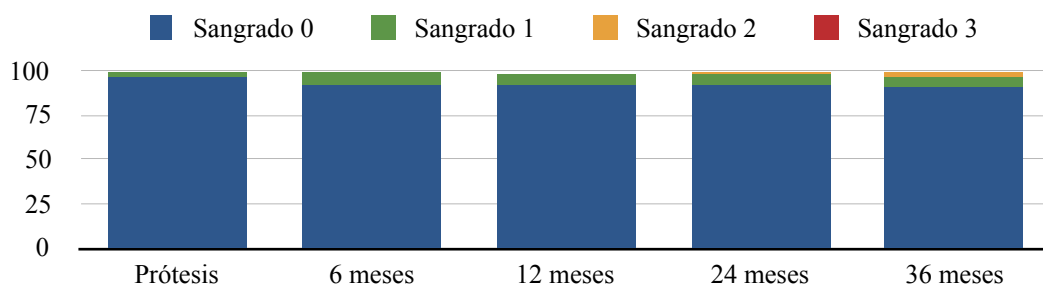
\*p Resultado test  $\text{Chi}^2$  de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.  
 ± DE: desviación estándar.  
 T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.



**Figura 35.** Diagrama lineal que muestra los valores medios de sondaje en los implantes crestaless y subcrestales a lo largo del seguimiento.

### Sangrado al sondaje

Para el total de la muestra, el sangrado fue bajo durante todo el periodo de seguimiento (Figura 36). Al comparar los grupos de estudio, ambos mostraron un índice de sangrado mínimo sin observarse diferencias estadísticamente significativas ( $\text{Chi}^2=0,06$ ;  $p=0,815$ ) (Tabla 20), por el contrario, el sangrado aumentó de forma significativa a lo largo del tiempo ( $\text{Chi}^2=16,7$ ;  $p=0,001$ ).



**Figura 36.** Diagrama de barras apiladas que representa (en porcentaje) el valor Mombelli para la muestra completa de implantes a lo largo del seguimiento.

**Tabla 20.** Sangrado al sondaje en función del grupo de estudio y el tiempo de seguimiento

		Prótesis		6 meses		12 meses		24 meses		36 meses	
		C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC
Media ± DE		0	0	0	0,1±0,3	0,1±0,3	0	0,1±,3	0,1±0,3	0,1±0,4	0,1±0,4
Valor Mombelli (%)	0	96,2	97	91,7	90,9	90,2	92,4	93,2	90,2	91	90,9
	1	3,8	3	7,5	8,3	8,3	6,1	3,8	9,1	4,5	6,1
	2	0	0	0,8	0,8	1,5	1,5	3	0,8	3,8	2,3
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,8

C: crestal; SC: subcrestal  
± DE: desviación estándar.

### Retracción de la mucosa

La retracción de la mucosa periimplantaria fue mínima independientemente del grupo de estudio y tiempo de seguimiento. A los 36 meses de seguimiento, 3 implantes del grupo crestal presentaron retracción con unos valores medios de  $0,76 \pm 0,25$  mm (rango 0,5 - 1 mm), únicamente se observó retracción de la mucosa en 1 implante del grupo subcrestal con una valor de 0,5 mm. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $\text{Chi}^2=1,45; p=0,228$ ) ni en las diferentes visitas de control ( $\text{Chi}^2=1,45; p=0,228$ ).

### Anchura de la mucosa queratinizada

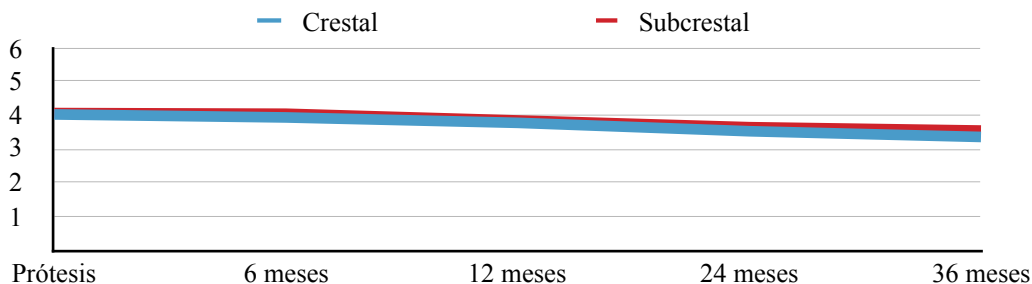
La anchura de mucosa queratinizada en los implantes crestales y subcrestales a los 36 meses de seguimiento fue de  $3,36 \pm 1,92$  mm y de  $3,55 \pm 1,92$  mm respectivamente (Tabla 21). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $\text{Chi}^2=0,18; p=0,674$ ), aunque sí entre las diferentes visitas de control ( $\text{Chi}^2=181,22; p=0,001$ ) (Figura 37).

<b>Tabla 21.</b> Anchura de la mucosa periimplantaria en función del grupo de estudio y el tiempo de seguimiento							
	Crestal			Subcrestal			p*
	Min-Max (Mediana)	Media $\pm$ DE	Mucosa $\geq 4$ mm (%)	Min-Max (Mediana)	Media $\pm$ DE	Mucosa $\geq 4$ mm (%)	
T1	1-14 (4)	4 $\pm$ 1,9	53,4	1-14 (4)	4 $\pm$ 1,9	54,5	0,197
T2	1-14 (4)	3,9 $\pm$ 1,9	51,1	1-14 (4)	4 $\pm$ 1,9	53,8	
T3	1-12 (3)	3,7 $\pm$ 1,8	45,9	0-14 (3)	3,8 $\pm$ 2	44,7	
T4	0-12 (3)	3,5 $\pm$ 1,8	42,1	0-12 (3)	3,6 $\pm$ 1,8	43,9	
T5	0-12 (3)	3,3 $\pm$ 1,9	42,1	0-12 (3)	3,5 $\pm$ 1,9	43,2	

\*p Resultado test  $\text{Chi}^2$  de Wald del modelo lineal de ecuaciones de estimación generalizadas.  
 $\pm$  DE: desviación estándar.  
T1: Prótesis; T2: 6 meses; T3: 12 meses; T4: 24 meses; T5: 36 meses.

## Resultados

.....



**Figura 37.** Diagrama lineal que muestra los valores medios de anchura de la mucosa queratinizada en los implantes crestales y subcrestales a los largo del seguimiento.

Se analizó la relación entre la anchura de la mucosa queratinizada y la remodelación ósea en implantes subcrestales. En el momento de colocación de la prótesis, las medias obtenidas son extremadamente similares y apuntan hacia la independencia entre ambos parámetros ( $p=0,889$ ) (Tabla 22). Por el contrario, a los 36 meses de seguimiento (Tabla 23), la situación no parece tan homogénea, pues existen mayores niveles óseos en las zonas donde mayor es la anchura de la mucosa queratinizada indicando una débil relación estadística ( $p=0,085$ ) (Figura 38).

**Tabla 22.** Remodelación ósea en implantes subcrestales en función de la anchura de la mucosa queratinizada en el momento de la colocación de la prótesis

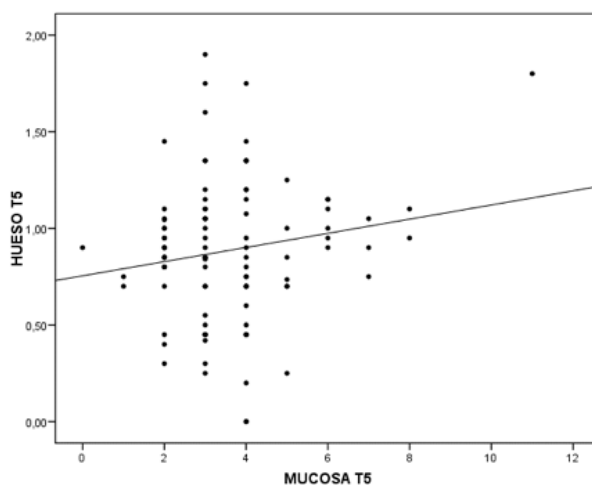
		Anchura de la mucosa en T1			
		Total	$\leq 2\text{mm}$	2,1 - 4	$>4\text{mm}$
Nivel óseo en T1	N	132	18	71	43
	Media $\pm$ DE	1,5 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,4	1,5 $\pm$ 0,3

*Resultados*

.....

**Tabla 23.** Remodelación ósea en implantes subcrestales en función de la anchura de la mucosa queratinizada a los 36 meses de seguimiento.

		Anchura de la mucosa T5			
		Total	≤2mm	2,1 - 4	>4mm
Nivel óseo en T5	N	98	24	55	19
	Media ± DE	0,8±0,3	0,8±0,2	0,8±0,4	0,9±0,3



**Figura 38.** Diagrama de dispersión que relaciona la remodelación ósea a los 36 meses y la anchura de la mucosa queratinizada. Se observa una leve tendencia estadística entre ambas variables.

.....

### Estado de salud periimplantaria

Independientemente del grupo de estudio, la mayoría de los implantes incluidos presentaron indicios de salud periimplantaria (90,9%) a los 36 meses de seguimiento. Los valores de sondaje, sangrado e índice de placa se encontraban dentro del rango de salud periimplantaria y no se observó pérdida ósea asociada.

La mucositis no resultó significativamente influenciada por el grupo de estudio ( $p=0.985$ ). Concretamente, la prevalencia de mucositis fue del 9,1% en implantes crestales y del 9,1% en implantes subcrestales. En estos implantes las variables de sangrado (media  $1,5\pm 0,6$  en implantes crestales y  $1,4\pm 0,6$  en implantes subcrestales) e índice de placa (media  $1,1\pm 0,7$  en implantes crestales y  $1,3\pm 0,8$  en implantes subcrestales) si que presentaban variaciones respecto a los implantes sanos. Por el contrario, la variable profundidad de sondaje no se vio aumentada. En ningún caso se observó pérdida ósea asociada independientemente del grupo de estudio.

No se observó ningún signo de periimplantitis en los implantes analizados, tanto del grupo de implantes crestales como en los implantes subcrestales (Tabla 24).

**Tabla 24.** Estado de salud periimplantaria en función del grupo de estudio a los 36 meses de seguimiento.

	N (%)		Sondaje (mm)		Índice de placa		Sangrado		Pérdida ósea	
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC
Sano	91	90,9	$2,9\pm 0,8$	$3\pm 0,8$	$0,5\pm 0,8$	$0,3\pm 0,7$	0	0	0	0
Mucositis	9	9,1	$3,5\pm 1,1$	$3,3\pm 1,2$	$1,1\pm 0,7$	$1,3\pm 0,8$	$1,5\pm 0,6$	$1,4\pm 0,6$	0	0
Periimplantitis	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

C: crestal; SC: subcrestal

## Resultados

.....

Debido a la gran importancia que representa la exposición de la superficie rugosa del implante al medio oral y su repercusión directa en la salud de los tejidos blandos periimplantarios, se decidió relacionar las variables clínicas con la presencia de superficie rugosa. El cruce de las variables se realizó en la última visita de control, pues es el momento donde encontramos mayor exposición de superficie rugosa y por tanto los resultados se podrían interpretar con mayor evidencia.

### Superficie rugosa expuesta y placa bacteriana.

No se encontró relación entre la superficie rugosa expuesta y el índice de placa bacteriana a los 36 meses de seguimiento ( $\text{Chi}^2=0,06$ ;  $p=0,813$ ) (Tabla 25).

**Tabla 25.** Superficie rugosa expuesta (en mm) según grupo de estudio y placa bacteriana (valor Mombelli) a los 36 meses de seguimiento.

		Crestal				Subcrestal			
		Placa a los 36 meses				Placa a los 36 meses			
		valor 0	valor 1	valor 2	valor 3	valor 0	valor 1	valor 2	valor 3
Superficie	N	82	34	10	7	92	23	12	5
rugosa expuesta	Media±DE	-0,2±0,3	-0,3±0,3	-0,3±0,4	-0,2±0,2	-0,09±0,1	-0,09±0,1	-0,1±0,2	-0,01±0,03

± DE: desviación estándar.

### Superficie rugosa expuesta y profundidad de sondaje.

No se encontró relación entre la superficie rugosa expuesta y la profundidad de sondaje a los 36 meses de seguimiento ( $\text{Chi}^2=1,49$ ;  $p=0,223$ ) (Tabla 26).

.....

## *Resultados*

.....

**Tabla 26.** Superficie rugosa expuesta (en mm) según grupo de estudio y profundidad de sondaje (en mm) a los 36 meses de seguimiento.

		Crestal				Subcrestal			
		Profundidad de sondaje a los 36 meses				Profundidad de sondaje a los 36 meses			
		Total	≤2,5	2,5-3,5	≥3,5	Total	≤2,5	2,5-3,5	≥3,5
Superficie rugosa expuesta	N	133	50	49	34	132	43	54	35
	Media ± DE	-0,2±0,3	-0,2±0,2	-0,2±0,3	-0,3±0,3	-0,09±0,1	-0,1±0,2	-0,07±0,1	-0,1±0,1

± DE: desviación estándar.

### Superficie rugosa expuesta y sangrado tras el sondaje.

El sangrado empieza a aparecer conforme avanza el seguimiento. Solo 24 casos en toda la muestra exhiben sangrado a los 36 meses de seguimiento, por lo que el análisis debe restringirse a dicho momento. No se encontró relación entre la superficie rugosa expuesta y el sangrado tras el sondaje en ningún grupo de estudio, no obstante, la magnitud estadística es compatible con una cierta tendencia ( $p=0,135$ ). En los implantes crestaes, la exposición de la superficie rugosa aparece más claramente asociada al sangrado que en los implantes subcrestales (Tabla 27).

**Tabla 27.** Superficie rugosa expuesta (en mm) según grupo de estudio y sangrado (si/no) a los 36 meses de seguimiento.

		Crestal			Subcrestal		
		Sangrado a los 36 meses			Sangrado a los 36 meses		
		Total	No	Si	Total	No	Si
Superficie rugosa expuesta	N	133	121	12	132	120	12
	Media ± DE	-0,2±0,3	-0,2±0,3	-0,3±0,3	-0,09±0,1	-0,1±0,1	-0,05±0,1

± DE: desviación estándar.



### Superficie rugosa expuesta y anchura de la mucosa.

En la tabla 28 se describe la media de superficie rugosa expuesta a los 36 meses de seguimiento en función del grupo y anchura de la mucosa queratinizada. Las medias eran bastante homogéneas en relación al nivel de la mucosa, lo que confirmó que el valor de la mucosa no determina ni presenta relación con la superficie rugosa expuesta ( $\text{Chi}^2=0,64$ ;  $p=0,423$ ).

**Tabla 28.** Superficie rugosa expuesta (en mm) en función del grupo y anchura de la mucosa queratinizada (en mm) a los 36 meses de seguimiento.

		Anchura de la mucosa a los 36 meses de seguimiento							
		Crestal				Subcrestal			
		Total	$\leq 2$	2,1 - 4	$> 4$	Total	$\leq 2$	2,1 - 4	$> 4$
Superficie rugosa expuesta	N	133	45	59	29	132	37	69	26
	Media $\pm$ DE	-0,2 $\pm$ 0,3	-0,3 $\pm$ 0,3	-0,2 $\pm$ 0,3	-0,2 $\pm$ 0,3	-0,09 $\pm$ 0,1	-0,1 $\pm$ 0,1	-0,07 $\pm$ 0,15	-0,1 $\pm$ 0,2

$\pm$  DE: desviación estándar.

### 6.2.3. Éxito y supervivencia de los implantes

La tasa de supervivencia global para toda la muestra de implantes a los 36 meses de seguimiento fue del 99,6%. Sólo 1 de los 265 implantes fracasaron (Tabla 29). El implante fracasado pertenecía al grupo de implantes crestales por tanto la tasa de supervivencia fue del 99,2%, frente al 100% del grupo de implantes subcrestales. Las diferencias en las tasas de supervivencia de ambos grupos no fueron estadísticamente significativas ( $p=1.000$ ). La tasa de éxito acumulada de los implantes fue de 99,6% según los criterios clínicos y radiológicos de Albreksson.

**Tabla 29.** Característica del implante fracasado de acuerdo con su localización y grupo de estudio.

Implante	Localización	Grupo estudio	tipo de fracaso
3,75/13mm	#15	crestal	temprano



**7.**

## **DISCUSIÓN**



## **7.1. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA**

El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de la colocación crestal y subcrestal de los implantes en los tejidos duros y blandos periimplantarios. Para ello se diseñó un ensayo clínico aleatorizado, que lo sitúa en lo alto de la escala de evidencia científica tras los estudios metaanalíticos. La tesis doctoral presentada se realizó con los datos obtenidos de 128 pacientes tratados en la Unidad de Cirugía Bucal del Departamento de Estomatología de la Universitat de València. Todos los pacientes fueron tratados con éxito y no se produjo ningún acontecimiento adverso grave durante el transcurso de los procedimientos.

En un esfuerzo por estandarizar las comparaciones entre grupos de estudio, los pacientes fueron seleccionados en base a unos estrictos criterios de inclusión y posteriormente aleatorizados en dos grupos de estudio. Se excluyeron los pacientes con una higiene oral deficiente, los fumadores de más de 10 cigarrillos al día, y con hábitos parafuncionales. Todas las cirugías fueron realizadas por alumnos de segundo del Máster de Cirugía e Implantología, siempre monitorizado por el mismo profesor (J.R.M.) y el mismo tipo de implante. El período de osteointegración, el diseño y oclusión de las restauraciones protésicas fueron las mismas en ambos grupos (todos los implantes se restauraron con coronas atornilladas para evitar el efecto perjudicial del exceso de cemento en los tejidos periimplantarios). Los pacientes fueron incluidos en un estricto programa de mantenimiento para un correcto control de la placa y oclusión. Respecto al análisis de los datos, estos fueron realizados por el mismo clínico, diferente al operador y al prostodoncista.

## 7.2. REMODELACIÓN ÓSEA, PÉRDIDA ÓSEA Y SUPERFICIE RUGOSA EXPUESTA

En implantes con un diseño de cuello rugoso, entenderemos por pérdida ósea cuando los niveles óseos periimplantarios se encuentran por debajo de la plataforma del implante quedando la superficie tratada del implante sin cobertura ósea. En la técnica de colocación de implantes de forma sumergida (subcrestal), los niveles óseos quedan por encima de la plataforma del implante, por este motivo, todos los cambios que se producen “supra-plataforma” deberían interpretarse como remodelación ósea periimplantaria y no como pérdida ósea, pues el hueso *per se*, no pierde.

En base a este razonamiento, la remodelación ósea no viene dada por un periodo de tiempo determinado. Numerosos artículos (18,57,62) establecen como “punto de inicio” para la medición de la pérdida ósea el momento de colocación de la prótesis, argumentando que todo lo que ocurre antes de la colocación de la prótesis debe interpretarse como remodelación ósea. A nuestro entender, este planteamiento no es válido cuando los implantes se colocan de forma subcrestal, pues puedes encontrar implantes en fase de remodelación a los 3, 6, 12, 24 y 36 meses de seguimiento. Es por ello, que el registro inicial de medición debería ser el momento de colocación del implante.

Estudios en animales, han observado que la colocación subcrestal de la interfase implante-pilar tiene una influencia negativa sobre el hueso periimplantario. Hermann y cols. (21) observaron que la colocación 1 mm subcrestal de los implantes acentuó la pérdida ósea (2,25mm) seis meses después de la colocación del implante. Estos hallazgos también fueron observados por Piattelli y cols. (23) y Brogini y cols. (111) en estudios histológicos, corroborando la asociación entre la mayor profundidad de la interfase implante-pilar y la inflamación periimplantaria con su consecuente pérdida ósea. En contraste a los estudios anteriormente mencionados, Todescan y cols. (93) en un estudio sobre animales utilizó implantes con conexión externa colocándolos a diferentes profundidades respecto a la cresta ósea. Los resultados fueron más favorables en los implantes subcrestales ( $1,67 \pm 0,68$ mm) que en los colocados de forma crestal

( $2,27 \pm 0,51$ mm), estos hallazgos fueron similares a los encontrados posteriormente por Pontes y cols. (94,123).

En referencia a los estudios en humanos, como se ha mencionado en anteriores apartados, la comparación de resultados resulta compleja por la diversidad en el diseño de los estudios, metodología en la medición, el diseño de los implantes y los tiempos de seguimiento. Seis estudios (37,43,50,55,63) registraron los niveles óseos siguiendo la misma metodología que el presente estudio.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, muestran una pérdida ósea mínima independientemente del método empleado en la colocación del implante. Los implantes crestaes y subcrestaes presentaron una pérdida ósea de  $-0,29 \pm 0,35$ mm y  $-0,09 \pm 0,18$ mm respectivamente a los 36 meses de seguimiento. Estos resultados son especialmente bajos si los comparamos con otros resultados publicados en la literatura (18,42,47,65,66). Es pertinente mencionar que hay una variedad de factores que pueden haber influido en los resultados:

En primer lugar, todos los implantes presentaban un diseño con conexión interna y cambio de plataforma. Los estudios (11,124-127) han demostrado que dichos implantes presentan una pérdida ósea periimplataria mínima en comparación con los implantes sin cambio de plataforma.

Otro factor que podría haber desempeñado un papel en el mantenimiento de los tejidos duros periimplantarios en ambos grupos es el uso de conexiones cónicas. Una reciente revisión de la literatura (31) concluyó que los sistemas con conexiones cónicas y no cónicas eran comparables en términos de éxito y supervivencia de implantes, incluso en la mayoría de los casos, los sistemas de conexiones cónicas parecían producir una menor pérdida de hueso marginal periimplantario.

Otro factor que podría tener influencia en el mantenimiento de los tejidos duros periimplantarios es la presencia de mucosa queratinizada alrededor de los implantes (media  $3,45 \pm 1,94$ mm a los 36 meses). Aunque la metodología de medición no fue la misma, Linkevicius y cols. (6) observaron mayor pérdida ósea cuando los tejidos blandos eran más finos de 2mm, independientemente de la posición del *microgap*. Por el contrario, los implantes colocados en zonas donde existían tejidos blandos más gruesos ( $>2$ mm) se observó una menor pérdida ósea (0,25mm frente a 1,38mm).

Por último, el factor que podría haber contribuido al mantenimiento de los tejidos son los estrictos mantenimientos y revisiones periódicas a las que estaban sometidos los pacientes incluidos en el presente estudio. Ferreira *y cols.* (77) realizaron un estudio clínico con el objetivo de verificar la prevalencia de la enfermedad periimplantaria y analizar las posibles variables de riesgo asociadas con la mucositis y la periimplantitis. Los autores concluyeron que las variables de sangrado al sondaje y la periodontitis, junto con un alto índice de placa, parecen explicar el mayor riesgo en el desarrollo de la periimplantitis. Añadieron que, el control de la higiene bucal y el estado periodontal debían ser controlados antes y después del tratamiento con implantes para evitar, o al menos minimizar, el desarrollo de enfermedades periimplantarias.

En implantes colocados a nivel crestral la remodelación ósea da como resultado, de forma inmediata, una exposición de la superficie rugosa del implante. Esto no ocurre cuando los implantes se colocan de forma subcrestal, pues el punto de partida del hueso se encuentra por encima de la plataforma del implante y la superficie queda contenida dentro del defecto periimplantario producido por el fresado, por tanto, un remodelado óseo no necesariamente conduce a la exposición de la superficie rugosa del implante. Este hecho justifica el estudio de la variable “superficie rugosa expuesta”.

A lo largo del tiempo, un implante colocado de forma subcrestal podría encontrarse en tres situaciones: 1) implante con hueso por encima de la plataforma, 2) con la plataforma a nivel del hueso, y 3) con el hueso por debajo de la plataforma del implante. La variable “superficie rugosa expuesta” clasifica aquellos implantes (tanto crestales como subcrestales) que presentan una pérdida ósea periimplantaria dejando parte de la superficie rugosa sin cobertura ósea.

Resulta difícil contrastar los resultados con otros estudios publicados, pues sólo existe un artículo (28) que analice la superficie rugosa expuesta, publicado por el mismo equipo investigador que realiza y dirige el presente trabajo. Los autores observaron que, tras 12 meses de seguimiento, se produjo una pérdida ósea de 0,06mm en implantes crestales y 1,22mm en implantes subcrestales, no obstante, cuando se analiza la superficie rugosa expuesta, los implantes subcrestales presentaban valores más bajos (0,57mm) que los implantes crestales (1,13mm). Dado que las superficies expuestas de los implantes podrían conducir a complicaciones en la salud periimplantaria, los autores sugirieron que la colocación subcrestal de los implantes era preferible. Posteriormente,



Ercoli y cols. (63) coincidieron y reafirmaron dicho hallazgo, ya que las probabilidades de encontrar un implante en una posición subcrestal a lo largo del seguimiento eran mayores cuando este se colocaba el día de la cirugía en una posición subcrestal.

En el presente estudio, el nivel óseo medio en el grupo de implantes subcrestales se mantuvo en una posición más coronal en relación a la plataforma del implante a los 12 meses ( $1,01\pm 0,45\text{mm}$ ), 24 meses ( $0,94\pm 0,40\text{mm}$ ), y 36 meses ( $0,89\pm 0,37\text{mm}$ ). Por lo tanto, aunque se haya producido una evidente remodelación ósea, la plataforma permaneció incrustada en el hueso durante todo el período de estudio. Este hecho, hace que el equipo investigador se pregunte: *¿la colocación de los implantes de forma subcrestal prolonga el tiempo de remodelación ósea y, en definitiva, retarda la exposición de la superficie tratada expuesta al medio oral?*. En este sentido, es necesario realizar estudios clínicos adicionales con tiempos de seguimiento más largos con el fin de comprender mejor la influencia de la posición del implante sobre el comportamiento del hueso periimplantario y analizar el efecto que la exposición de la superficie rugosa del implante puede tener en la salud periimplantaria a largo plazo.

La superficie rugosa del implante esta diseñada íntegramente para estar rodeada por tejido óseo. Durante el proceso de fabricación, el implante es sometido a unos tratamientos físico-químicos que le confieren una rugosidad que oscila entre 1 y 2  $\mu\text{m}$ . Este diseño proporciona una mayor superficie de contacto hueso-implante, y por ende obliga a las células a asumir una morfología más osteoblástica. En este sentido, Aas y cols. (128) han encontrado más de 700 especies de bacterias ocupando nichos ecológicos en la cavidad oral. Estas bacterias presentan un tamaño aproximado de 1 - 3,5  $\mu\text{m}$  de largo por 0,5 - 0,8  $\mu\text{m}$  de ancho, por tanto, la superficie rugosa de un implante sin cobertura ósea podría crear un microambiente propicio para el asentamiento de bacterias que filtran a través del surco periimplantario.

## 7.3. PARÁMETROS CLÍNICOS PERIIMPLANTARIOS

La exposición de la superficie rugosa del implante como consecuencia de la pérdida ósea, la filtración de las bacterias a través del surco periimplantario, y la falta de un sellado biológico en los implantes dentales, crean una zona crítica que podría dar lugar al inicio de un proceso inflamatorio de los tejidos blandos periimplantarios. Varios estudios (129) han observado una mayor progresión de la patología periimplantaria en implantes con cuello rugoso que en implantes con cuello pulido.

### 7.3.1. Índice de placa

Las bacterias viven en comunidades mixtas, llamadas biofilms, que se adhieren a las superficies del entorno, siendo este el mecanismo por el cual la microbiota oral se acumula en las superficies periimplantarias y forma la placa bacteriana (130). Resultados de estudios clínicos y experimentales revelan que la respuesta de los tejidos a la formación de placa bacteriana es similar en dientes e implantes dentales (80,131). Un aumento de la placa bacteriana y de sangrado en respuesta al sondaje que afecte a más del 30% de los implantes dentales, se relaciona con un alto riesgo de padecer mucositis y peri-implantitis (132).

En el presente estudio, a los 36 meses de seguimiento los implantes crestaes y subcrestaes mostraron un índice de placa *valor 0* en un 61,7% y 69,7%, *valor 1* en un 25,6% y 17,4%, *valor 2* en un 7,5% y 9,1% y *valor 3* en un 5,3% y 3,8% respectivamente, sin observarse diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados son similares a los encontrados por otros autores (18,43,47-49,55). En ninguno de los artículos revisados se encuentra relación estadísticamente significativa entre el índice de placa y el nivel de inserción de los implantes respecto a la cresta ósea. Estos resultados son compartidos por el equipo investigador que realiza y dirige la tesis, pues no encuentra relación causal entre sumergir el implante 2 mm por debajo de la cresta y la formación del biofilm en las superficies protésicas.

La media del índice de placa encontrado en ambos grupos son bajas ( $0,56 \pm 0,85$  en implantes crestaes y  $0,47 \pm 0,81$  en implantes subcrestaes). Una medida universal

para prevenir las enfermedades orales es intervenir en la formación del biofilm. Ello ha quedado demostrado en humanos como una relación causa-efecto ya que en dientes previene la gingivitis (87,133) y en implantes dentales, la mucositis (80,131,133). Los bajos resultados encontrados en el presente estudio podrían atribuirse a los criterios de selección de los pacientes (inclusión de pacientes con índice de placa <25%) y a los estrictos mantenimientos programados durante el seguimiento del estudio.

### **7.3.2. Profundidad de sondaje**

Muchos estudios han observado diferentes profundidades de sondaje en el diagnóstico de los tejidos periimplantarios sanos:  $1,1\pm 0,6$ mm (82); 1,38 (rango 0,83-2,83 mm) (83);  $1,50\pm 0,51$ mm (84);  $3,02\pm 1,07$ mm (134);  $3,41\pm 1,18$  mm (135);  $3,7\pm 0,8$  mm (81);  $3,8\pm 0,8$  mm (85). En el presente estudio la profundidad de sondaje fue de  $2,97\pm 0,90$ mm en implantes crestaes y de  $3,06\pm 0,88$  mm en implantes subcrestaes. Ambos resultados expresan valores compatibles con tejidos periimplantarios sanos. Cuatro estudios (18,48,50,55) han registrado la profundidad de sondaje en implantes colocados de forma crestal y subcrestal. Ninguno de los estudios encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Boynuegri y cols. (48) obtuvo una profundidad de sondaje de  $2,04\pm 0,09$  mm en los implantes crestaes, mientras que los implantes subcrestaes presentaron un sondaje de  $2,17\pm 0,11$  mm. Hay que destacar que este autor utilizó implantes con cuello pulido, lo cual hace que los resultados no puedan ser comparados directamente con los obtenidos en el presente estudio. Otros autores (18,55), utilizando implantes con un diseño similar al utilizado en el presente estudio obtuvieron profundidades de sondaje en implantes crestaes entre 1,00 a 1,78 mm y en implantes subcrestaes entre 1,78 a 2,30 mm. Al Amri y cols. (50), únicamente reportó el porcentaje de los implantes que presentaban valores de profundidad de sondaje superiores a 4mm, de esta forma encontró, que un 1,2% de los implantes crestaes presentaban un sondaje superior a 4 mm frente a un 0,7% de los implantes subcrestaes. Estos resultados contrastan con los obtenidos en el presente estudio, donde se encontró un sondaje mayor a 4mm en un 17,3% de los implantes crestaes frente a un 19,7% en subcrestaes.

### **7.3.3. Sangrado al sondaje**

En el Séptimo Workshop Europeo de Periodoncia celebrado en Segovia, España, se definió que el parámetro clave de la mucositis periimplantaria es la presencia de sangrado al sondaje y de la peri-implantitis cambios a nivel de la cresta ósea asociado al sangrado al sondaje (122). El sangrado del surco periimplantario tras el sondaje es un claro indicador de inflamación periimplantaria.

Siguiendo Índice Gingival modificado de Mombelli (rango de 0 a 3), a los 36 meses de seguimiento, el 9% de los implantes crestaless presentaron sangrado al sondaje (valor medio  $0,1\pm 0,4$ ) frente a 9,1% de los implantes subcrestales (valor medio  $0,1\pm 0,4$ ). Estos resultados son especialmente bajos y coinciden con los publicados en la literatura (18,43,47,48,50,55).

La exposición de la superficie rugosa del implante podría favorecer la formación del biofilm, lo que a su vez, provocaría un aumento del infiltrado inflamatorio de los tejidos periimplantarios que favorecieran el sangrado. Con esta premisa, se analizó la relación de la superficie rugosa expuesta y el sangrado periimplantario. Los resultados mostraron una mayor asociación de los implantes crestaless al sangrado y, aunque los resultados no mostraron significación, si se observó una ligera tendencia estadística ( $p=0,135$ ). Resulta complicado contrastar estos hallazgos con otros trabajos, pues no se han encontrado estudios en la literatura que relacionen la exposición de la superficie rugosa del implante con los índices de sangrado periimplantario.

### **7.3.4. Retracción de la mucosa**

La retracción observada fue mínima independientemente del grupo de estudio. A los 36 meses de seguimiento sólo se observó retracción en 4 implantes (3 implantes crestaless y 1 implante subcrestal) con una retracción media de  $0,7\pm 0,2$ mm. En dichos implantes, la pérdida de soporte en los tejidos duros periimplantarios ligeramente superior a la media (pérdida ósea media  $-0,76\pm 0,30$ mm) asociada a una escasa cantidad

de mucosa queratinizada (anchura de la mucosa queratinizada media  $1,5\pm 1,9\text{mm}$ ) justificaría los resultados encontrados. Estos resultados coinciden con otros estudios publicados en la literatura (43,55). Aimetti *y cols.* (43) estableció una línea de referencia (*prosthetic finish line*) para analizar la posición de apico-coronal de los tejidos blandos. En el momento de colocación de la prótesis (*baseline*) los tejidos se encontraban en la línea de referencia o  $0,5\text{mm}$  por encima. A los 24 meses de seguimiento, la media aumentó a  $1,15\pm 0,60\text{mm}$  por encima de la línea de referencia, es decir, la mucosa periimplantaria había sufrido un aumento en el volumen. Únicamente 2 implantes mostraron una retracción  $<1\text{mm}$ .

### 7.3.5. Anchura de la mucosa queratinizada

En los últimos años, la relación entre la mucosa queratinizada y la pérdida ósea periimplantaria ha sido muy estudiada. Berglundh y Lindhe (136) en estudios en animales observaron que se producía una mayor reabsorción ósea inicial cuando el espesor de la mucosa queratinizada era menor o igual a  $2\text{mm}$ , hecho que no sucedía en mucosas más gruesas. Linkevicius *y cols.* (137) han publicado una serie de estudios donde corroboran estos hallazgos, llegando a afirmar que el uso de la plataforma modificada no prevenía la pérdida ósea inicial si había presente un espesor de encía fina (138).

En el presente estudio, no se registró el espesor de la mucosa queratinizada (fina/gruesa) e imposibilitó la comparación con los trabajos de Linkevicius *y cols.* (137-139), no obstante, se registró la presencia de encía queratinizada en el tercio medio a nivel vestibular. La anchura de mucosa queratinizada en los implantes crestaes y subcrestaes a los 36 meses de seguimiento fue de  $3,36\pm 1,92\text{mm}$  y de  $3,55\pm 1,92\text{mm}$  respectivamente, no observándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Dos publicaciones (47,55) utilizaron la misma metodología de medición (distancia entre el margen gingival hasta la línea mucogingival). Koh *y cols.* (47) obtuvieron resultados ligeramente superiores a los encontrados en el presente estudio ( $4,4\pm 0,3\text{mm}$  en implantes crestaes y  $5,0\pm 0,3\text{mm}$  en implantes subcrestaes); estos resultados podrían explicarse por la posición anterior o región premolar de los

implantes, sectores asociados con una mayor presencia de anchura de la mucosa queratinizada.

Debido a la aparente asociación de la mucosa queratinizada y el mantenimiento del hueso periimplantario, resultó interesante estudiar la relación entre ambas variables. Se evidenció una menor remodelación ósea en aquellas zonas donde había mayor presencia de mucosa queratinizada y aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, se observó una ligera tendencia estadística. Por el contrario, no se encontró ninguna relación al analizar la pérdida ósea periimplantaria y la presencia de mucosa queratinizada.

### **7.3.6. Estado de salud periimplantaria**

A lo largo del seguimiento, tanto los implantes colocados de forma crestal (91%) como los implantes colocados de forma subcrestal (90,9%), mostraron un alto porcentaje de implantes sin ningún tipo de patología periimplantaria y por tanto fueron clasificados como implantes sanos.

Por el contrario, hubo 12 implantes crestaletales (9%) y 12 implantes subcrestales (9,1%) que presentaron mucositis a los 36 meses de seguimiento. En aquellos implantes crestaletales que presentaban mucositis, la profundidad de sondaje media fue de  $3,5\pm 1,1$  mm con un valor de sangrado medio de  $1,1\pm 0,7$  sin presentar pérdida ósea periimplantaria. Con respecto a los implantes subcrestales, la profundidad de sondaje media fue de  $3,3\pm 1,2$  mm con un valor de sangrado medio de  $1,4\pm 0,6$  sin presentar pérdida ósea periimplantaria.

Una de las principales causas de la mucositis periimplantaria es la acumulación de placa bacteriana (132,140). Los implantes crestaletales y subcrestales diagnosticados con mucositis presentaban un ligero aumento en los valores de índice de placa con valores medios de  $1,1\pm 0,7$  y  $1,3\pm 0,8$  respectivamente. Lang y cols. (122) concluyeron que la gingivitis y la mucositis periimplantaria no son muy diferentes desde el punto de vista patogénico. Ambas enfermedades representan una respuesta del huésped a la exposición bacteriana creada por la formación del biofilm. Debido a que la mucositis periimplantaria es la precursora de la periimplantitis, así como la gingivitis lo es de la

periodontitis, el tratamiento de la mucositis debe ser el requisito previo para la prevención de la periimplantitis.

Recientemente, en un estudio en perros, Huang y cols. (141) observaron que los implantes colocados de forma subcrestal presentaron defectos óseos marginales mayores que los implantes colocados de forma crestal tras inducir mediante ligaduras una periimplantitis.

No se produjo ningún caso de periimplantitis a los 36 meses de seguimiento. La pérdida ósea periimplantaria fue mínima independientemente de grupo de estudio. Este hecho podría ser debido a los continuos controles periódicos a los que los pacientes estaban sometidos, a los refuerzos de higiene y el alto grado de implicación de los pacientes en la higiene domiciliaria.

#### **7.4. ÉXITO Y SUPERVIVENCIA DE LOS IMPLANTES**

Las medidas implementadas y los resultados favorables obtenidos a nivel radiológico y clínico han desempeñado un papel fundamental ocasionando unos porcentajes de éxito (99,6%) y supervivencia (99,2% crestal - 100% subcrestal) muy elevados en ambos grupos de estudio. El hecho de colocar los implantes a nivel subcrestal no debería influir en el proceso de osteointegración y, por tanto, no debería discrepar en las tasas de supervivencia observadas por otros artículos publicados en la literatura cuando los implantes se colocan a nivel crestal.

#### **7.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Es pertinente mencionar que este estudio clínico presenta una serie de limitaciones. La primera limitación es que, debido a la evidente naturaleza del estudio, no se realizó la ocultación de grupos al equipo investigador, lo que podría suponer un sesgo.

Durante la fase quirúrgica, se evitó la regularización del hueso crestal en un intento de prevenir una pérdida ósea adicional. Esto ocasionó que los implantes no

quedaran sumergidos de igual manera por el hueso crestal, no obstante, en el momento de colocación los implantes subcrestales quedaron completamente sumergidos y el análisis estadístico no reveló diferencias significativas en las mediciones interproximales.

Aunque las radiografías periapicales se realizaron con un método estricto mediante el uso de paralizadores e índices de silicona que garantizaran la reproducibilidad de los registros en las sucesivas visitas de seguimiento, debido a una limitación intrínseca a la técnica empleada, no fue posible evaluar los niveles de hueso en las superficies vestibulares y linguales de los implantes. Este hecho limita las conclusiones del estudio a los niveles óseos interproximales y sólo permite especulaciones sobre el comportamiento del hueso vestibular y lingual.

La colocación del pilar protésico en el momento de la colocación del implante (*one abutment - one time*) se ha descrito como un método que podría disminuir la pérdida ósea y mejorar la estabilidad de los tejidos blandos periimplantarios. Canullo y cols. (142) en un ensayo clínico aleatorizado observaron una menor pérdida ósea periimplantaria en los implantes donde se siguió la metodología “*one abutment - one time*” a los 36 meses de seguimiento. Posteriormente, otros autores (42,143-145) corroboraron dichos hallazgos. En el presente estudio no se utilizó dicha metodología para evitar un exceso de variables que pudieran volver la estadística más inestable, no obstante, abre la puerta a la realización de futuros estudios.

Los implantes seleccionados para la rehabilitación de los molares fueron implantes de 4,25 o 5,00 milímetros de diámetro, esto generaba un perfil de emergencia que podría suponer una limitación a la hora de medir las profundidades de sondaje periimplantarias, sin embargo, este reto fue meticulosamente manejado en todos los casos excepto en 5 situaciones donde las coronas sobre implantes tuvieron que ser desatornilladas.

Otro parámetro que podría influir en los resultados de los tejidos óseos periimplantarios es el diseño del pilar protésico. El contorno de las prótesis fijas sobre dientes ejerce un impacto sobre los tejidos periodontales, es decir, prótesis excesivamente contorneadas se han relacionado con una inflamación gingival por retención de placa; por el contrario, prótesis con un correcto contorneado proporcionan una buena salud periodontal. En prótesis sobre implantes, la mayoría de los estudios que



analizan el contorno de restauración protésica se han relacionado con la estética gingival. Recientemente Katafichi *y cols.* (146) estudiaron la relación del ángulo de emergencia protésico y la enfermedad periimplantaria, observando que ángulos de emergencia  $>30$  grados y perfil convexo, suponían un factor de riesgo significativo para el desarrollo de enfermedades periimplantarias cuando se utilizaban implantes con cuello rugoso.

Las estructuras protésicas (implantes ferulizados) con conexiones atornilladas directamente a los implantes, podrían contribuir a un peor ajuste protésico y por ende a una inestabilidad en los tejidos periimplantarios. La divergencia que forman los implantes entre si, hace que los pilares protésicos cónicos no tengan un contacto completo a la superficie de la conexión interna cónica, es decir, las superficies cónicas pasan de tener una zona de “contacto largo” a una zona de “contacto corto” (147). No obstante, en el presente estudio, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los implantes unitarios y ferulizados, posiblemente por una minuciosa técnica quirúrgica que proporcionó un buen paralelismo entre los implantes, reduciendo de esta forma el riesgo.

El tiempo de seguimiento fue de 3 años. Aunque se considere un periodo de seguimiento aceptable, la variable principal de estudio guarda mucha relación con el tiempo de evolución y serían necesarios estudios con mayores tiempos de seguimiento que analicen el comportamiento del hueso supracrestal y las repercusiones de la exposición de la superficie rugosa expuesta en el estado de salud periimplantaria.



8.

## CONCLUSIONES



## *Conclusiones*

.....

1. El 74,2% de los implantes colocados de forma subcrestal se encontraban en fase de remodelado a los 36 meses de seguimiento, presentando niveles óseos de 0,89mm por encima de la plataforma.
2. La probabilidad de exposición de la superficie rugosa y por tanto de pérdida ósea periimplantaria incrementa con el tiempo de forma significativa, aunque no de forma homogénea entre grupos, pues los implantes crestales empiezan a exponerse antes. La probabilidad de exposición es significativamente menor en los implantes subcrestales respecto a los implantes crestales (OR=0,12), es decir, un implante subcrestal reduce el riesgo en un 88%.
3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros clínicos entre los implantes crestales y subcrestales a lo largo del seguimiento.
4. El éxito de los implantes de la muestra fue muy elevado. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tasas de éxito de los implantes colocados de forma crestal y subcrestal.

.....



**9.**

## **BIBLIOGRAFÍA**





## *Bibliografía*

.....

1. Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: a 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol.* 2010;81:428-34.
2. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1:11-25.
3. Jemt T, Lekholm U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: measurements of buccal crestal contours in a 6-year prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7:127-35.
4. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: implant loss and associations to various factors. *J Clin Periodontol.* 2006;33:283-9.
5. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling post-restorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9–17.
6. Linkevicius T, Apse P, Grybauskas S, Puisys A. The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: a 1-year prospective controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:712-9.
7. Rodriguez-Ciurana X, Vela-Nebot X, Segala-Torres M, Calvo-Guirado JL, Cambra J, Méndez-Blanco V, et al. The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:141-51.
8. Canullo L, Iannello G, Penarocha M, Garcia B. Impact of implant diameter on bone level changes around platform switched implants: preliminary results of 18 months follow-up a prospective randomized match-paired controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1142-6.
9. Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:95-107.
10. Ibbott CG, Kovach RJ, Carlson-Mann LD. Acute periodontal abscess associated with an immediate implant site in the maintenance phase: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:699-702.

.....

## *Bibliografia*

.....

11. Prosper L, Redaelli S, Pasi M, Zarone F, Radaelli G, Gherlone EF. A randomized prospective multicenter trial evaluating the platform-switching technique for the prevention of postrestorative crestal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:299-308.
12. Canullo L, Fedele GR, Iannello G, Jepsen S. Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:115-21.
13. Farronato D, Santoro G, Canullo L, Botticelli D, Maiorana C, Lang NP. Establishment of the epithelial attachment and connective tissue adaptation to implants installed under the concept of "platform switching": a histologic study in minipigs. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:90-4.
14. Romanos GE, Aydin E, Gaertner K, Nentwig GH. Long-term results after subcrestal or crestal placement of delayed loaded implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:133-41.
15. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3:81-100.
16. Calvo-Guirado JL, López-López PJ, Mate Sanchez JE, 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 Implants Res.* 2014;25:1286-94.
17. Calvo-Guirado JL, Pérez-Albacete C, Aguilar-Salvatierra A, de Val Maté-Sánchez JE, Delgado-Ruiz RA, Abboud M, Velasco E, Gómez-Moreno G, Romanos GE. Narrow-versus mini-implants at crestal and subcrestal bone levels. Experimental study in beagle dogs at three months. *Clin Oral Investig.* 2015;19:1363-9.
18. Kütan E, Bolukbasi N, Yildirim-Ondur E, Ozdemir T. Clinical and Radiographic Evaluation of Marginal Bone Changes around Platform-Switching Implants Placed in Crestal or Subcrestal Positions: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:e364-75.
19. Hämmerle CH, Brägger U, Bürgin W, Lang NP. The effect of sub-crestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7:111-9.

.....

## *Bibliografía*

.....

20. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded non submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-30.
21. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2000;71:1412-24.
22. Brogгинi N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, Buser D, Mellonig JT, Cochran DL. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res* 2003;82:232-7.
23. Piattelli A, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Annibali S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment: a retrospective histologic evaluation in monkeys. *J Periodontol.* 2003;74:346-52.
24. Stein AE, Mc Glimphy EA, Johnston WM, Larsen PE. Effects of implant design and surface roughness on crestal bone and soft tissue levels in the esthetic zone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:910-9.
25. Cesaretti G, Lang NP, Salata LA, Schweikert MT, Gutierrez Hernandez ME, Botticelli D. Sub-crestal positioning of implants results in higher bony crest resorption: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:1355-60.
26. Berglundh T, Gotfredsen K, Zitzmann NU, Lang NP, Lindhe J. Spontaneous progression of ligature induced peri-implantitis at implants with different surface roughness: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:655-61.
27. Albouy JP, Abrahamsson I, Berglundh T. Spontaneous progression of experimental peri-implantitis at implants with different surface characteristics: an experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2012;39:182-7.
28. Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M. Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016;21:e103-10.
29. Esposito M, Grusovin MG, Tzanetea E, Piattelli A, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: treatment of perimplantitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;16:CD004970.

.....

## *Bibliografia*

.....

30. Armitage GC, Xenoudi P. Post-treatment supportive care for the natural dentition and dental implants. *Periodontol 2000* 2016;71:164-84.
31. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, Nonhoff J. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A* 2014;102:552-74.
32. Chou CT, Morris HF, Ochi S, Walker L, DesRosiers D. AICRG, Part II: Crestal bone loss associated with the Ankylos implant: loading to 36 months. *J Oral Implantol* 2004;30:134-43.
33. 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;82:234-42.
34. Döring K, Eisenmann E, Stiller M. Functional and esthetic considerations for single-tooth Ankylos implant-crowns: 8 years of clinical performance. *J Oral Implantol* 2004;30:198-209.
35. Alomrani AN, Hermann JS, Jones AA, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. 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;20:677-86.
36. Schwarz F, Herten M, Bieling K, Becker J. Crestal bone changes at nonsubmerged implants (Camlog) with different machined collar lengths: a histomorphometric pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23:335-42.
37. Hartman GA, Cochran DL. Initial implant position determines the magnitude of crestal bone remodeling. *J Periodontol.* 2004;75:572-7.
38. Hänggi MP, Hänggi DC, Schoolfield JD, Meyer J, Cochran DL, Hermann JS. Crestal bone changes around titanium implants. Part I: A retrospective radiographic evaluation in humans comparing two non-submerged implant designs with different machined collar lengths. *J Periodontol.* 2005;76:791-802.
39. Weng D, Nagata MJ, Bell M, Bosco AF, de Melo LG, Richter EJ. Influence of microgap location and configuration on the periimplant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19:1141-7.

.....

40. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. Subcrestal placement of two-part implants. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20:226-31.
41. Barros RR, 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.* 2010;21:371-8.
42. 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;22:1303-7.
43. Aimetti M, Ferrarotti F, Mariani GM, Ghelardoni C, Romano F. Soft tissue and crestal bone changes around implants with platform-switched abutments placed nonsubmerged at subcrestal position: a 2-year clinical and radiographic evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30:1369-77.
44. Aloy-Prósper A, Maestre-Ferrín L, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Marginal bone loss in relation to the implant neck surface: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16:e365-8.
45. Valles C, Rodríguez-Ciurana X, Clementini M, Baglivo M, Paniagua B, Nart J. Influence of subcrestal implant placement compared with equicrestal position on the peri-implant hard and soft tissues around platform-switched implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2018.
46. Wennerberg A, Sennerby L, Kultje C, Lekholm U. Some soft tissue characteristics at implant abutments with different surface topography. A study in humans. *J Clin Periodontol* 2003;30:88-94.
47. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED, Wang HL. Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *J Periodontol* 2011;82:1112-20.
48. Boynueğri AD, Yalim M, Nemli SK, Ergüder BI, Gökalp P. Effect of different localizations of microgap on clinical parameters and inflammatory cytokines in peri-implant crevicular fluid: a prospective comparative study. *Clin Oral Investig.* 2012;16:353-61.
49. Lombardo G, Corrocher G, Pighi J, Faccioni F, Rovera A, Marincola M, Nocini PF. The impact of subcrestal placement on short locking-taper implants placed in

- posterior maxilla and mandible: a retrospective evaluation on hard and soft tissues stability after 2 years of loading. *Minerva Stomatol.* 2014;63:391-402.
50. Al Amri MD, Al-Johany SS, Al Baker AM, Al Rifaiy MQ, Abduljabbar TS, Al-Kheraif AA. Soft tissue changes and crestal bone loss around platform-switched implants placed at crestal and subcrestal levels: 36-month results from a prospective split-mouth clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28:1342-1347.
51. Shea BJ, Hamel C, Wells GA, Bouter LM, Kristjansson E, Grimshaw J, Henry DA, Boers M. AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *J Clin Epidemiol.* 2009;62:1013-20.
52. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, Tugwell P. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 2014. Vol 7.
53. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, Savovic J, Schulz KF, Weeks L, Sterne JA; Cochrane Bias Methods Group; Cochrane Statistical Methods Group. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928.
54. Araújo MM, Martins CC, Costa LC, Cota LO, Faria RL, Cunha FA, Costa FO. Association between depression and periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2016;43:216-28.
55. de Siqueira RAC, Fontão FNGK, Sartori IAM, Santos PGF, Bernardes SR, Tioffi R. Effect of different implant placement depths on crestal bone levels and soft tissue behavior: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28:1227-1233.
56. Nagarajan B, Murthy V, Livingstone D, Surendra MP, Jayaraman S. Evaluation of Crestal Bone Loss Around Implants Placed at Equicrestal and Subcrestal Levels Before Loading: A Prospective Clinical Study. *J Clin Diagn Res.* 2015;9:ZC47-50.
57. Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Brandetti G, Calasso S. A 36-month follow-up prospective cohort study on peri-implant bone loss of Morse Taper connection implants with platform switching. *J Oral Sci.* 2016;58:49-57.
58. Cassetta M, Driver A, Brandetti G, Calasso S. Peri-implant bone loss around platform-switched Morse taper connection implants: a prospective 60-month follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45:1577-1585.

59. Hermann JS, School eld JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2001;72:1372-83.
60. Schliephake H. Imaging of periimplant bone levels of implants with buccal bone defects A radiographic and histometric accuracy study. *Clin Oral Implant Res.* 1999;14:193–200.
61. Galindo-Moreno P, León-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O'Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:e28-34.
62. Yi JM, Lee JK, Um HS, Chang BS, Lee MK. Marginal bony changes in relation to different vertical positions of dental implants. *J Periodontal Implant Sci.* 2010;40:244-8.
63. Ercoli C, Jammal G, Buyers M, Tsigarida AA, Chochlidakis KM, Feng C, Caton J. Influence of Apico-Coronal Implant Placement on Post-Surgical Crestal Bone Loss in Humans. *J Periodontol.* 2017;88:762-770.
64. Palaska I, Tsaousoglou P, Vouros I, Konstantinidis A, Menexes G. Influence of placement depth and abutment connection pattern on bone remodeling around 1-stage implants: a prospective randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27:e47-56.
65. Veis A, Parissis N, Tsirlis A, Papadeli C, Marinis G, Zogakis A. Evaluation of peri-implant marginal bone loss using modified abutment connections at various crestal level placements. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30:609-17.
66. Hof M, Pommer B, Zukic N, Vasak C, Lorenzoni M, Zechner W. Influence of prosthetic parameters on peri-implant bone resorption in the first year of loading: a multi-factorial analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:e183-91.
67. Teughels W, Van AN, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:68-81.
68. Quirynen M, Abarca M, Van AN, Nevins M, van SD. Impact of supportive periodontal therapy and implant surface roughness on implant outcome in patients with a history of periodontitis. *J Clin Periodontol* 2007; 34: 805-15.

## *Bibliografia*

.....

69. Chappuis V, Buser R, Bragger U, Bornstein MM, Salvi GE, Buser D. Long-term outcomes of dental implants with a titanium plasma-sprayed surface: a 20-year prospective case series study in partially edentulous patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013;15:780-90.
70. Doornewaard R, Christiaens V, De Bruyn H, Jacobsson M, Cosyn J, Vervaeke S, Jacquet W. Long-Term Effect of Surface Roughness and Patients' Factors on Crestal Bone Loss at Dental Implants. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017;19:372-99.
71. Canullo L, Schlee M, Wagner W, Covani U, Montegrotto Group for the Study of Peri-implant Disease. International Brainstorming Meeting on Etiologic and Risk Factors of Peri-implantitis, Montegrotto (Padua, Italy), August 2014. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30:1093-104.
72. Gu YX, Shi JY, Zhuang LF, Qiao SC, Xu YY, Lai HC. Esthetic outcome and alterations of soft tissue around single implant crowns: a 2-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2014;1:1-6.
73. Salvi GE, Lang NP. Diagnostic parameters for monitoring peri-implant conditions. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19:116-27.
74. Sanz M, Chapple IL; Working Group 4 of the VIII European Workshop on Periodontology. Clinical research on peri-implant diseases: consensus report of Working Group 4. *J Clin Periodontol*. 2012;39 Suppl 12:202-6.
75. Norderyd O, Hugoson A, Grusovin G. Risk of severe periodontal disease in a Swedish adult population. A longitudinal study. *J Clin Periodontol* 1999;26:608-15
76. Schatzle M, Loe H, Lang NP, Burgin W, Anerud A, Boysen H. The clinical course of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2004;31:1122-7.
77. Ferreira SD, Silva GL, Cortelli JR, Costa JE, Costa FO. Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *J Clin Periodontol* 2006;33:929-35.
78. Rocuzzo M, De AN, Bonino L, Aglietta M. Ten-year results of a three-arm prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. Part 1: implant loss and radiographic bone loss. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21:490-6.

.....



## *Bibliografia*

.....

79. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E Jr, Land NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol.* 1987;2:145-5
80. Pontoriero R, Tonelli MP, Carnevale G, Mombelli A, Nyman SR, Lang NP. Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clin Oral Implants Res.* 1994;5:254-9.
81. Duarte PM, de Mendonça AC, Máximo MB, Santos VR, Bastos MF, Nociti FH. Effect of anti-infective mechanical therapy on clinical parameters and cytokine levels in human peri-implant diseases. *J Periodontol.* 2009;80:234-43.
82. Casado PL, Otazu IB, Balduino A, de Mello W, Barboza EP, Duarte ME. Identification of periodontal pathogens in healthy periimplant sites. *Implant Dent.* 2011;20:226-35.
83. Yamalik N, Günday S, Kilinc K, Karabulut E, Berker E, Tözüm TF. Analysis of cathepsin-K levels in biologic fluids from healthy or diseased natural teeth and dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:991-7.
84. Jankovic S, Aleksic Z, Dimitrijevic B, Lekovic V, Camargo P, Kenney B. Prevalence of human cytomegalovirus and Epstein-Barr virus in subgingival plaque at peri-implantitis, mucositis and healthy sites. A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40:271-6.
85. Máximo MB, de Mendonça AC, Renata Santos V, Figueiredo LC, Feres M, Duarte PM. Short-term clinical and microbiological evaluations of peri-implant diseases before and after mechanical anti-infective therapies. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20:99-108.
86. Lang NP, Berglundh T, Heitz-Mayfield LJ, Pjetursson BE, Salvi GE, Sanz M. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding implant survival and complications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19:150-4.
87. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand.* 1963;21:533-51.
88. Algraffee H, Borumandi F, Cascarini L. Peri-implantitis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50:689-94.
89. Small PN, Tarnow DP. Gingival recession around implants: a 1-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15:527-32.

.....

## *Bibliografia*

.....

90. Novaes AB Jr, Barros RR, Muglia VA, Borges GJ. Influence of interimplant distances and placement depth on papilla formation and crestal resorption: a clinical and radiographic study in dogs. *J Oral Implantol.* 2009;35:18-27.
91. Lin GH, Chan HL, Wang HL. The significance of keratinized mucosa on implant health: a systematic review. *J Periodontol.* 2013;84:1755–67.
92. Canullo L, Camacho-Alonso F, Tallarico M, Meloni SM, Xhanari E, Penarrocha-Oltra D. Mucosa Thickness and Peri implant Crestal Bone Stability: A Clinical and Histologic Prospective Cohort Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017;32:675-81.
93. Todescan FF, Pustiglioni FE, Imbronito AV, Albrektsson T, Gioso M. Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17:467-72.
94. Pontes AE, Ribeiro FS, Iezzi G, Piattelli A, Cirelli JA, Marcantonio E Jr. 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;19:483-90.
95. Tran BL, Chen ST, Caiafa A, Davies HM, Darby IB. Transmucosal healing around peri-implant defects: crestal and subcrestal implant placement in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:794-803.
96. 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.
97. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implan Res* 1995;6:24-30.
98. Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Simpson J, Lankford J et al. Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG63). *J Biomed Mater Res* 1995; 29:389-401.
99. Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants with different surface characteristics subjected to static load. A study in the dog (II). *Clin Oral Implants Res.* 2001;12:196-201.

.....

## *Bibliografia*

.....

100. Shalabi MM, Gortemaker A, Van't Hof MA, Jansen JA, Creugers NH. Implant surface roughness and bone healing: a systematic review. *J Dent Res.* 2006;85:496-500.
101. Orsini G, Assenza B, Scarano A, Piattelli M, Piattelli A. Surface analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15:779-84.
102. 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;83:1164-71.
103. Fetner M, Fetner A, Koutouzis T, Clozza E, Tovar N, Sarendranath A, Coelho PG, Neiva K, Janal MN, Neiva R. The Effects of Subcrestal Implant Placement on Crestal Bone Levels and Bone-to-Abutment Contact: A Microcomputed Tomographic and Histologic Study in Dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30:1068-75.
104. Val JE, Gómez-Moreno G, Ruiz-Linares M, Prados-Frutos JC, Gehrke SA, Calvo-Guirado JL. Effects of Surface Treatment Modification and Implant Design in Implants Placed Crestal and Subcrestally Applying Delayed Loading Protocol. *J Craniofac Surg.* 2017;28:552-558.
105. Atieh, M.A., Ibrahim, H.M. & Atieh, A.H. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology* 2010;81: 1350-66.
106. Annibaldi, S., Bignozzi, I., Cristalli, M.P., Graziani, F., La Monaca, G. & Polimeni, A. Peri-implant marginal bone level: a systematic review and meta-analysis of studies comparing platform switching versus conventionally restored implants. *Journal of Clinical Periodontology* 2012;39:1097-113.
107. Singh, R., Singh, S.V. & Arora, V. Platform switching: a narrative review. *Implant Dentistry* 2013;22: 453-9.
108. Cumbo, C., Marigo, L., Somma, F., La Torre, G., Minciocchi, I. & D'Addona, A. Implant platform switching concept: a literature review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2013;17: 392-7.

.....

## *Bibliografía*

.....

109. Strietzel, F.P., Neumann, K. & Hertel, M. Impact of platform switching on marginal peri-implant bone-level changes. A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research* 2014;20:1-17.
110. Jung UW, Choi JY, Kim CS, Cho KS, Chai JK, Kim CK, Choi SH. Evaluation of mandibular posterior single implants with two different surfaces: a 5-year comparative study. *J Periodontol.* 2008;79:1857-63.
111. Brogini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D. Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *J Dent Res* 2006;85:473-8.
112. Meleo D, Baggi L, Di Girolamo M, Di Carlo F, Pecci R, Bedini R. Fixture-abutment connection surface and micro-gap measurements by 3D micro-tomographic technique analysis. *Ann Ist Super Sanita.* 2012;48:53-8.
113. Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:527-40.
114. Steinebrunner L, Wolfart S, Bossmann K, Kern M. In vitro evaluation of bacterial leakage along the implant-abutment interface of different implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:875-81.
115. Weng D, Nagata MJ, Leite CM, de Melo LG, Bosco AF. Influence of microgap location and configuration on radiographic bone loss in nonsubmerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Prosthodont.* 2011;24:445-52.
116. Weng D, Nagata MJ, Bosco AF, de Melo LG. Influence of microgap location and configuration on radiographic bone loss around submerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26:941-6.
117. Negri B, Calvo-Guirado JL, Ramírez-Fernández MP, Maté Sánchez-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* 2012;23:236-44.
118. Valles C, Rodríguez-Ciurana X, Nart J, Santos A, Galofre M, Tarnow D. Influence of Implant Neck Surface and Placement Depth on Crestal Bone Changes Around Platform-Switched Implants: A Clinical and Radiographic Study in Dogs. *J Periodontol.* 2017;14:1-19.

.....

## *Bibliografia*

.....

- 119.Hämmerle CHF, Chen ST, Wilson TG. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:26–8.
- 120.Buser D, Halbritter S, Hart C, Bornstein MM, Grütter L, Chappuis V, et al. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. *J Periodontol*. 2009;80:152–62.
- 121.Giannopoulou C, Bernard JP, Buser D, Carrel A, Belser UC. Effect of intracrevicular restoration margins on peri-implant health: clinical, biochemical, and microbiologic findings around esthetic implants up to 9 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003a;18:173-81.
- 122.Lang NP, Berglundh T Periimplant diseases: where are we now?-- Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol*. 2011 38 Suppl 11:178-81.
- 123.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;79:486-94.
- 124.Trammell, K., Geurs, N.C., O’Neal, S.J., Liu, P.R., Haigh, S.J., McNeal, S., Kenealy, J.N. & Reddy, M.S. A prospective, randomized, controlled comparison of platform-switched and matched-abutment implants in short-span partial denture situations. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2009;29: 599–605.
- 125.Fernandez-Formoso, N., Rilo, B., Mora, M.J., Martinez-Silva, I. & Diaz-Afonso, A.M. Radiographic evaluation of marginal bone maintenance around tissue level implant and bone level implant: a randomised controlled trial. A 1-year follow-up. *Journal of Oral Rehabilitation* 2012;39: 830–837.
- 126.Telleman G, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJ. Impact of platform switching on inter-proximal bone levels around short implants in the posterior region; 1-year results from a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2012;39:688-97.

.....

## *Bibliografia*

.....

127. Vandeweghe, S. & De Bruyn, H. A within-implant comparison to evaluate the concept of platform switching: a randomised controlled trial. *European Journal of Oral Implantology* 2012;5: 253-62.
128. Aas JA, Paster BJ, Stokes LN, Olsen I, Dewhirst FE. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol.* 2005;43:5721-32.
129. Astrand P, Engquist B, Anzén B, Bergendal T, Hallman M, Karlsson U, Kvint S, Lysell L, Rundcranz T. A three-year follow-up report of a comparative study of ITI Dental Implants and Brånemark System implants in the treatment of the partially edentulous maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6:130-41.
130. Mombelli A, Décaillet F. The characteristics of biofilms in peri-implant disease. *J Clin Periodontol.* 2011;38:203-13.
131. Zitzmann NU, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J. Experimental peri-implant mucositis in man. *J Clin Periodontol.* 2001;28:517-23.
132. Heitz-Mayfield LJ, Lang NP. Comparative biology of chronic and aggressive periodontitis vs. peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2010;53:167-81.
133. Salvi GE, Aglietta M, Eick S, Sculean A, Lang NP, Ramseier CA. Reversibility of experimental peri-implant mucositis compared with experimental gingivitis in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:182-90.
134. Cortelli SC, Cortelli JR, Romeiro RL, Costa FO, Aquino DR, Orzechowski PR, Araújo VC, Duarte PM. Frequency of periodontal pathogens in equivalent peri-implant and periodontal clinical statuses. *Arch Oral Biol.* 2013;58:67-74.
135. Shibli JA, Melo L, Ferrari DS, Figueiredo LC, Favari M, Feres M. Composition of supra- and subgingival biofilm of subjects with healthy and diseased implants. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:975-82.
136. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol.* 1996;23:971-3.
137. Linkevicius T, Puisys A, Linkeviciene L, Peciuliene V, Schlee M. Crestal Bone Stability around Implants with Horizontally Matching Connection after Soft Tissue Thickening: A Prospective Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:497-508.
138. Linkevicius T, Puisys A, Steigmann M, Vindasiute E, Linkeviciene L. Influence of Vertical Soft Tissue Thickness on Crestal Bone Changes Around Implants with

.....

- Platform Switching: A Comparative Clinical Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17:1228-36.
- 139.Linkevicius T, Puisys A, Svediene O, Linkevicius R, Linkeviciene L. Radiological comparison of laser-microtextured and platform-switched implants in thin mucosal biotype. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26:599-605.
- 140.Lindhe J, Meyle J; Group D of European Workshop on Periodontology. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol* 2008;35:282-5.
- 141.Huang B, Zhang L, Xu L, Zhu W, Witek L, Tovar N, Coelho PG, Meng H. Effect of implant placement depth on the peri-implant bone defect configurations in ligature-induced peri-implantitis: An experimental study in dogs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2018;23:e30-e37.
- 142.Canullo L, Bignozzi I, Cocchetto R, Cristalli MP, Iannello G. Immediate positioning of a definitive abutment versus repeated abutment replacements in post-extractive implants: 3-year follow-up of a randomised multicentre clinical trial. *Eur J Oral Implantol* 2010;3:285- 96.
- 143.Grandi T, Guazzi P, Samarani R, Maghaireh H, Grandi G. Immediate positioning of definitive abutments versus repeated abutment replacements in immediately loaded implants: effects on bone healing at the 1-year follow-up of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2012;5:9-16.
- 144.Grandi T, Guazzi P, Samarani R, Maghaireh H, Grandi G. One abutment- one time versus a provisional abutment in immediately loaded post-extractive single implants: a 1-year follow-up of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2014;7:141-9.
- 145.Romanos G, Grizas E, Laukart E, Nentwig GH. Effects of early moderate loading on implant stability: a retrospective investigation of 634 implants with platform switching and Morse-tapered connections. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016;18:301-9.
- 146.Katafuchi M, Weinstein BF, Leroux BG, Chen YW, Daubert DM. Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: A cross-sectional radiographic analysis. *J Clin Periodontol*. 2018;45:225-232.

*Bibliografía*

.....

- 147.Sasada Y, Cochran DL. Implant-Abutment Connections: A Review of Biologic Consequences and Peri-implantitis Implications. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017;32:1296-1307.

.....



10.

DOCUMENTOS ANEXOS



**Documento anexo 1. Comité de ética de la Universitat de València.**

VNIVERSITAT  
D VALÈNCIA  
Vicerectorat d'Investigació i Política Científica

**D. Fernando A. Verdú Pascual**, Profesor Titular de Medicina Legal y Forense, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 15 de abril de 2013, una vez estudiado el proyecto de investigación titulado:

*"Evaluar y comparar los resultados clínicos y radiológicos de implantes colocados a diferentes profundidades de inserción", número de procedimiento H1365580155510,*

cuyo investigador principal es D. Miguel Peñarrocha Diago, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a tres de mayo de dos mil trece.

**Fernando Verdú Pascual**  
Certifico la precisión e  
integridad de este  
documento  
2013.05.03 11:28:04 +02'00'

## Documento anexo 2. Consentimiento informado del paciente.

### CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE.

Paciente: \_\_\_\_\_ DNI: \_\_\_\_\_  
Domicilio: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_  
Edad: ..... N° Historia Clínica: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### DECLARO:

Que el/la Doctor/a .....

1. Me ha explicado que pertenezco a un grupo de estudio donde se valorarán dos técnicas de colocación de los implantes (implantes colocados a nivel crestales y subcrestales)
2. Me ha explicado ambas técnicas, aportándome la tranquilidad de ser una técnica segura y no experimental.
3. Consiento en que se me tomen fotografías o registros en otros tipos de soporte audiovisual, antes, durante y después del tratamiento, para facilitar el avance del conocimiento científico y la docencia. En todos los casos será resguardada la identidad del/de la paciente.
4. He comprendido las explicaciones que se me han facilitado y el facultativo que me ha atendido me ha permitido hacer todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.
5. También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

Por ello manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance y riesgos del tratamiento. En tales condiciones CONSIENTO participar en el estudio.

De conformidad con lo dispuesto en la Ley 21/2000, de 29 de diciembre, de derechos de información concernientes a la salud y la autonomía del paciente, y la documentación clínica, todos los usuarios tienen derecho a conocer toda la información obtenida sobre salud en cualquier intervención asistencial. Nuestra clínica adoptará las medidas oportunas para garantizar la confidencialidad de los datos referentes a la salud de los usuarios.

Valencia; ..... de ..... de ..... El/la paciente, El cirujano

### REVOCO:

El consentimiento prestado a fecha ..... y no deseo proseguir el tratamiento, que en esta fecha doy por finalizado. Valencia, .....de.....de..... El paciente El cirujano,

**Documento anexo 3. Protocolo del estudio.**

PROTOCOLO DE ESTUDIO

**Influencia de la colocación de implantes a nivel crestal y subcrestal en la remodelación del hueso periimplantario y la superficie rugosa expuesta.**

|

Número de orden:

Número de historia:

Nombre:

Teléfono:

Edad:

Sexo: 1. Mujer 2. Hombre

Antecedentes generales: 1. No 2. Si, cual:

Medicación habitual: 1. No 2. Si, cual:

Alergias: 1. No 2. Si, cual:

Fumador: 1. No 2. 0-10 cigarrillos/día

Frecuencia de cepillado:

Fase quirúrgica

Diente a rehabilitar:

Diámetro del implante:

Longitud del implante:

Técnica utilizada: 1. Colocación crestal 2. Colocación subcrestal

Parámetros clínicos y radiológicos periimplantarios:

1. Índice de placa.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

2. Profundidad de sondaje.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga
	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /

3. Sangrado al sondaje.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

## Anexos

.....

### 4. Anchura de la mucosa queratinizada.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

### 5. Retracción.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

### 6. Mucositis.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

### 7. Periimplantitis.

	Carga protésica	6 meses postcarga	12 meses postcarga	24 meses postcarga	36 meses postcarga

### 8. Niveles óseos periimplantarios.

	Colocación del implante		Carga protésica		6 meses postcarga		12 meses postcarga		24 meses postcarga		36 meses postcarga	
	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal

### 9. Superficie tratada expuesta

	Carga protésica		6 meses postcarga		12 meses postcarga		24 meses postcarga		36 meses postcarga	
	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal	Mesial	Distal

.....

11.

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA





## **11.1. ARTÍCULOS DERIVADOS SOBRE EL TEMA DE TESIS**

- Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M. Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016;21:e103-10.
  
- Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Diago M, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Oltra D. Influence of crestal and subcrestal implant placement on bone remodeling and rough surface exposure: a randomized controlled clinical trial. Enviado a *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*.
  
- Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. Changes in peri-implant soft and hard tissue around platform-switched conical connection implants placed using crestal and subcrestal techniques. A 36-months follow-up randomized clinical trial. Enviado a *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*.
  
- Pellicer-Chover H, Díaz-Sanchez M, Peñarrocha-Diago MA, Soto-Peñaloza D, Peñarrocha-Oltra D. Impact of crestal and subcrestal implant placement upon changes in marginal peri-implant bone level. A systematic review. Enviado a *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*.

## Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study

Hilario Pellicer-Chover <sup>1</sup>, María Peñarrocha-Diago <sup>2</sup>, David Peñarrocha-Oltra <sup>3</sup>, Sonia Gomar-Vercher <sup>4</sup>, Rubén Agustín-Panadero <sup>3</sup>, Miguel Peñarrocha-Diago <sup>5</sup>

<sup>1</sup> DDS, Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

<sup>2</sup> MD, PhD, DDS, Professor of Oral surgery, Director of Master's Program in Oral Surgery and Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

<sup>3</sup> PhD, DDS, Associate professor, Department of Stomatology, Valencia University Medical and Dental School, Valencia, Spain

<sup>4</sup> PhD, DDS, Private practice, Valencia, Spain

<sup>5</sup> MD, PhD, Chairman of Oral Surgery and Director of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain

Correspondence:  
Universidad de Valencia  
Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal  
Calle Gascó Oliag 1  
46021 - Valencia, Spain  
[miguel.penarrocha@uv.es](mailto:miguel.penarrocha@uv.es)

Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M. Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2016 Jan 1;21 (1):e103-10.  
<http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v21i1/medorahv21i1p103.pdf>

Received: 31/03/2015  
Accepted: 09/07/2015

Article Number: 20747 <http://www.medicinaoral.com/>  
© Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96089316 - pISSN 1698-4447 - eISSN: 1698-6946  
eMail: [medicina@medicinaoral.com](mailto:medicina@medicinaoral.com)  
Indexed in:  
Science Citation Index Expanded  
Journal Citation Reports  
Index Medicus, MEDLINE, PubMed  
Scopus, Embase and Emcare  
Indice Médico Español

### Abstract

**Background:** To assess the influence of the crestal or subcrestal placement of implants upon peri-implant bone loss over 12 months of follow-up.

**Material and Methods:** Twenty-six patients with a single hopeless tooth were recruited in the Oral Surgery Unit (Valencia University, Valencia, Spain). The patients were randomized into two treatment groups: group A (implants placed at crestal level) or group B (implants placed at subcrestal level). Control visits were conducted by a trained clinician at the time of implant placement and 12 months after loading. A previously established standard protocol was used to compile general data on all patients (sex and age, implant length and diameter, and brushing frequency). Implant success rate, peri-implant bone loss and the treatment of the exposed implant surface were studied. The level of statistical significance was defined as 5% ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** Twenty-three patients (8 males and 15 females, mean age  $49.8\pm 11.6$  years, range 28-75 years) were included in the final data analyses, while three were excluded. All the included subjects were non-smokers with a brushing frequency of up to twice a day in 85.7% of the cases. The 23 implants comprised 10 crestal implants and 13 subcrestal implants. After implant placement, the mean bone position with respect to the implant platform in group A was  $0.0\text{ mm}$  versus  $2.16\pm 0.88\text{ mm}$  in group B. After 12 months of follow-up, the mean bone positions were  $-0.06\pm 1.11\text{ mm}$  and  $0.95\pm 1.50\text{ mm}$ , respectively - this representing a bone loss of  $0.06\pm 1.11\text{ mm}$  in the case of the crestal implants and of  $1.22\pm 1.06\text{ mm}$  in the case of the subcrestal implants ( $p=0.014$ ). Four crestal implants and 5 subcrestal implants presented peri-implant bone levels below the platform, leaving a mean exposed treated

surface of 1.13 mm and 0.57 mm, respectively. The implant osseointegration success rate at 12 months was 100% in both groups.

Conclusions: Within the limitations of this study, bone loss was found to be greater in the case of the subcrestal implants, though from the clinical perspective these implants presented bone levels above the implant platform after 12 months of follow-up.

**Key words:** Immediate implants, tooth extraction, dental implants, single-tooth, crestal bone, placement level.

### Introduction

The connecting line between implant and abutment, the so-called microgap, has been intensely investigated during the last 10 years. This microgap has been cited as one of the factors capable of influencing peri-implant bone resorption in conjunction with other factors such as surgical trauma, the establishment of biological width, implant design and implant positioning (1-3). The preservation of peri-implant bone is an important factor for success. The quantity and quality of the bone surrounding an implant affects implant osseointegration, influences the shape and contour of the overlying soft tissues, which are important for the esthetic outcome of treatment (4), and it has been reported that if an implant with a rough surface is exposed to the oral cavity, a greater amount of plaque, leading to perimucositis and peri-implantitis, may be present (5). The occurrence of peri-implantitis around implants with roughened surfaces is likely to be even higher, since it was observed that statistically significantly more peri-implantitis occurred at 3 years of loading around implants with roughened surfaces when compared to turned implants (6).

Branemark *et al.* (7) recommended surgical implant countersinking below the bone crest, which prevents implant exposure during bone remodeling. Well-documented long-term clinical studies with these systems have also revealed highly predictable outcomes (8-10). In contrast, several studies have shown the absence of a microgap at or below the alveolar crest level in non-submerged implant systems to result in less peri-implant marginal bone loss than with submerged implant systems (11,12). Furthermore, apical positioning of the implants did not influence ridge loss or the position of the peri-implant soft tissue margin (13). On the other hand, subcrestal implant placement has recently been associated to increased marginal bone loss (14), and Hammerle *et al.* had already concluded that such an approach was not to be recommended (9).

Such increased loss may be caused by bacterial colonization of the microgap present in the fixture-abutment junction (15). The inside of the connection has a low oxygen concentration and is away from the inflammatory defensive response of the peri-implant tissues, so it is an ideal environment for anaerobic bacteria (16). The potential colonization through the micro-gap is related to multifactorial conditions,

including the precision fit between the components which is associated with the implant system design. A recent systematic review (17) claimed the superiority of conical connections in seal performance, microgap formation, torque maintenance and abutment stability. The aim of this study was to assess the influence of the crestal or subcrestal placement of implants upon peri-implant bone loss over 12 months of follow-up.

### Material and Methods

#### - Patient screening and recruitment

Patients with a single hopeless tooth were recruited (Oral Surgery Unit, Valencia University, Valencia, Spain). The research was performed following the principles of the Declaration of Helsinki on research involving human beings and the study design was approved by the ethical review board of the University of Valencia (Ref: H1365580155510). Table 1 specifies the inclusion and exclusion criteria. Patients who met the criteria and agreed to participate in the study were asked to read, understand, ask questions, and sign an informed consent form. The study was conducted from December 2012 to August 2014.

#### - Preoperative procedure

Upper and lower alginate impressions were taken from each patient for planning and fabricating measurement stents and surgical guides, all patients received rigorous oral hygiene and were given instructions for improving and maintaining oral hygiene at home. Extraction of teeth was done with great care; in the case of multiple root teeth, dental sectioning was performed and the roots were extracted separately, respecting the alveolar walls (especially the vestibular wall). The patients were instructed to wear a removable, tooth-supported provisional prosthesis during the healing phase (only in the esthetic zone).

After three months of tooth socket healing, each patient was randomized to one of two treatment regimens: group A (all implants were placed at crestal level) (Fig. 1) or group B (all implants were placed at subcrestal level) (Fig. 2). Random assignment was performed by a professional statistician using pre-defined randomization tables. A balanced random permuted-block approach was used to prepare the randomization tables in order to avoid unequal balance between the two treatment groups.

Table 1. Patient inclusion and exclusion criteria.

Inclusion criteria	Exclusion criteria
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Healthy adults</li> <li>- Full mouth plaque score and full mouth bleeding score <math>\leq</math> 25%</li> <li>- Sufficient bone height and width to place one implant with a minimum length of 10 mm and minimum diameter of 3.7 mm, without performing bone grafting procedures</li> <li>- Stable occlusion and healthy periodontium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Any patient requiring the use of bone regeneration materials for implant placement</li> <li>- Medical conditions contraindicating implant surgery, pregnant and nursing patients, smokers, patients with a history of bisphosphonate therapy, patients receiving head and neck chemo- or radiotherapy, severe bruxism, poor oral hygiene or non-collaborative patients and incomplete data gathering or failure to attend scheduled control appointments</li> </ul>

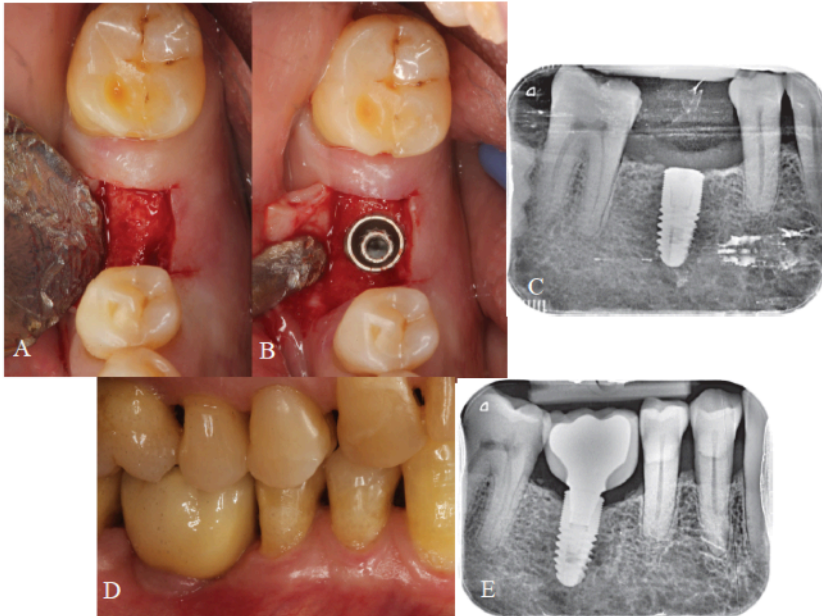


Fig. 1. Crestal group. A) Interdental space in the fourth quadrant. B) Implant placement at crestal level. C) Periapical X-ray view of the implant at the time of placement. D) Screwed definitive prosthesis. E) Periapical X-ray view of the implant after 12 months of follow-up.

**- Surgical procedure**

All surgeries were performed under local anesthesia (4% articaine with 1:100.000 adrenalin [Inibsa®, Lliça de Vall, Barcelona, Spain]). In all maxillary cases drills and osteotomes were used in combination to prepare the implant beds when the operator (MP) sensed that bone density was low.

The implants used in the present study were Mozo-Grau®

implants, presenting a neck design with microthreads, treated surface, internal connection, and platform switching (Inhex®, Mozo-Grau, S.L. Valladolid, Spain), following the manufacturer's placement instructions, and all patients were treated following a two-step procedure. After implant placement and suturing, each patient received 500 mg of amoxicillin (Clamoxyl®, GlaxoSmithKline, Madrid, Spain) three times daily for



Fig. 2. Subcrestal group. A) Interdental space in the fourth quadrant. B) Implant placement at subcrestal level. C) Periapical X-ray view of the implant at the time of placement. D) Healed gingiva after three months. E) Periapical X-ray view of the implant after 12 months of follow-up. F) Screwed definitive prosthesis.

7 days, 600 mg of ibuprofen (Bexistar®, Laboratorio Bacino, Barcelona, Spain) to be taken as needed, and a 0.12% chlorhexidine mouthwash (GUM®, John O. Butler/Sunstar, Chicago, IL, USA) for use twice daily during two weeks. Gentle brushing with a chlorhexidine toothpaste was also recommended. Sutures were removed 8-10 days after surgery. Prosthetic loading in the maxilla was carried out after 8-10 weeks following implant placement, and after 6-8 weeks in the case of the mandible. The same lab technician fabricated all of the restorations. Crowns screwed to the Morse cone internal connection of the implant were prepared. All the structures were made of chromium-cobalt and CAD-CAM drilled (Bio-CAM, Mozo-Grau, S.L., Valladolid, Spain) and a feldspathic ceramic veneering [IPS d.SIGN, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein] was used. All screws were tightened with a torque of 30 Ncm according to the manufacturer's specifications. The access hole of the screw-retained crowns was closed with a teflon pellet

and a hybrid resin composite [Tetric-Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein].

- Measurements

A previously established standard protocol was used to compile the following data on all patients: sex, age (at implant placement), implant length, implant diameter, and brushing frequency.

Two trained clinicians (HP and DP) worked together to interpret the radiographs corresponding to the two groups in a similar manner, at the following timepoints: at the time of implant placement (T1) and 12 months after loading (T2). At each timepoint radiological evaluation was carried out with an XMIND intraoral system (Groupe Satelec-Pierre Rolland, Bordeaux, France) and an RVG intraoral digital receptor (Durr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany). To reproduce the patient alignments, a rigid cross-arch bar was used with bite-registration material, and a Rinn XCP (Dentsply, Des Plaines, IL, USA) rod and ring were

firmly attached to the bar and placed in contact with the X-ray cone. The receptor was held by a slot in the bar. Software-based measurements were made (in mm) of implant marginal bone loss. For measurement purposes, two visible and easily localized reference points were selected at the implant platform. A straight line was traced joining the two reference points and was taken to represent zero height. For the determination of bone loss, a perpendicular line was traced mesial and distal to the implant from zero height to contact with the bone. The difference between the value recorded at the time of placement and after 12 months of loading was used to calculate bone loss mesial and distal to the implant. The average between mesial and distal was selected as the bone loss for the fixation in question, expressed as a positive value if the peri-implant bone was located coronal to the implant shoulder.

The measurement of bone loss allowed us to establish the exposed treated surface of the implant, which was defined as either the absence or presence of exposed surface (with the magnitude in millimeters).

The definition of implant success was based on the clinical and radiographic criteria described by Buser *et al.* (18): 1) absence of clinically detectable implant mobility; 2) absence of pain or any subjective sensation; 3) absence of recurrent peri-implant infection; and 4) absence of persistent radiotransparency around the implant after 12 months of loading.

- Statistical analysis

In the inferential analysis we initially assessed the homogeneity of the crestal and subcrestal implant groups for the variables referred to the implant and surgical characteristics, based on the chi-squared test, Fisher exact test and nonparametric Mann-Whitney U-test. A nonparametric Bruner-Langer model was adopted for the longitudinal data, evaluating the effects of time and position, as well as the interaction between both, using nonparametric analysis of variance (ANOVA). The level of statistical significance was defined as 5% ( $\alpha=0.05$ ).

**Results**

A total of 26 patients were enrolled in the study. One patient suffered a facial dehiscence at the time of implant placement, and two patients did not return to complete the study. These three patients were excluded from the final data analyses. Twenty-three patients (8 males and 15 females) with a mean age of 49.8±11.6 years (range 28-75 years) were included in the final data analyses. The patient demographic characteristics are shown in table 2. The 23 implants corresponded to 10 crestal implants (group A) and 13 subcrestal implants (group B).

Table 3 shows the mesial and distal bone measurements of the crestal and subcrestal implants at the two timepoints considered (T1 and T2). Following implant placement

Table 2. Patient demographic data.

	Total (n=23)	Crestal (n=10)	Subcrestal (n=13)
Age	49.8±11.6 years (range 28-75 years)		
Sex (n)	8 males - 15 females		
Brushing frequency	1-2 times a day (85.7%) and 3 times per day (14.3%)		
<b>Position (n)</b>			
Maxilla	13	8	5
Mandible	10	2	8
<b>Location (n)</b>			
Anterior	1	0	1
Premolar	7	5	2
Molar	15	5	10
<b>Implant diameter (n)</b>			
3.7	3	0	3
4.2	11	5	6
5.0	9	5	4
<b>Implant length (n)</b>			
10	10	4	6
11.5	8	4	4
13	5	2	3

(T1), the mean bone position with respect to the implant platform was 0.0 mm in group A versus 2.16±0.88 mm in group B. After 12 months of follow-up (T2), the mean bone positions were -0.06±1.11 mm and 0.95±1.50 mm, respectively – this representing a bone loss of 0.06±1.11 mm in the case of the crestal implants and of 1.22±1.06 mm in the case of the subcrestal implants ( $p=0.014$ ) (Table 4). The crestal implants showed no significant variation from T1 to T2 ( $p=0.889$ ), in contrast to the subcrestal implants ( $p=0.006$ ). At T1 the differences in mean dimension between the two groups was significant ( $p<0.001$ ), though by T2 the situation was seen to have homogenized ( $p=0.131$ ) (Table 4 and Fig. 3).

Six implants in group A maintained peri-implant bone at the level of the implant platform, while 8 implants in group B presented a peri-implant bone level an average of 1.96 mm (range 0.54-3.80 mm) above the platform. Therefore, 4 crestal and 5 subcrestal implants presented peri-implant bone levels below the platform, leaving a mean exposed treated surface of 1.13 mm (range 0.65 mm - 2 mm) and 0.57 mm (range 0.25 mm- 1.05 mm), respectively. The implant osseointegration success rate at 12 months was 100% in both groups.

Table 3. Mesial and distal bone measurements of the crestal and subcrestal implants at timepoints T1 and T2. The values are expressed in mm.

	Crestal			Subcrestal		
	M	D	R	M	D	R
Baseline (T1)	0 ± 0	0 ± 0	0 to 0	2.48±1.29	1.85±0.53	3.6 to 1
12 months (T2)	0.13±1.51	-0.25±0.84	0 to -2	1.04±1.88	0.86±1.39	3,8 to -1
Mean (T2 - T1)	0.13±1.51	-0.25±0.84		-1.44±1.17	-0.99±1.29	

M=mesial, D=distal, R=range.

Table 4. Mean bone measurements corresponding to the two study groups.

	Crestal (mean M - D)	Subcrestal (mean M - D)	p-value
Baseline (T1)	0 ± 0*	2.16 ± 0.86* <sup>‡</sup>	p<0.001*
12 months (T2)	-0.06 ± 1.11	0.95 ± 1.50 <sup>‡</sup>	p=0.131
Mean (T2 - T1)	-0.06 ± 1.11	1.22 ± 1.06*	p=0.014*
p-value	p=0.889	p=0.006 <sup>‡</sup>	

M=mesial, D=distal.

\*<sup>‡</sup> statistically significant differences p<0.05.

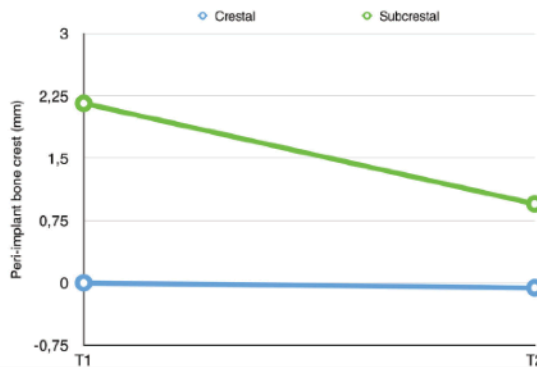


Fig. 3. Evolution of the bone crest in the two groups at the different study timepoints.

**Discussion**

The purpose of this study was to evaluate and compare the marginal bone loss and success of crestal and subcrestal implants rehabilitated with single crowns. Research involving implants placed subcrestally mainly comprise studies in animals (19-22), with fewer retrospective studies in humans (3,4,23,24). Only one

prospective study has been found in the literature (25), involving a short follow-up of four months. Despite its reduced sample size of 23 patients and 23 implants and a short duration of follow-up (12 months), the present study aimed to contribute to evaluation and comparison of the marginal bone loss and success of implants placed at crestal and subcrestal level and rehabilitated

with a single crown. The 23 consecutive patients were selected using strict, uniform criteria, and were treated by the same team of professionals using exactly the same procedures.

In the present study, peri-implant marginal bone loss was assessed from parallelized periapical radiographs, and was found to be  $0.06 \pm 1.11$  mm on average in group A versus  $1.22 \pm 1.06$  mm in group B, after 12 months of follow-up. These results are consistent with those obtained in other studies in humans (3,4,23-25), where the bone loss associated to implants placed at crestal and subcrestal level ranged from 0.5-1.5 mm and 0.08-1.78 mm, respectively. Albrektsson *et al.* (26) accepted 1 mm of peri-implant bone loss during the first year of function, followed by an annual loss of under 0.2 mm after the first year in service as criteria for implant success. This re-establishment of biological width may occur as result of micromovements at the implant-abutment interface (27), or may be due to bacterial migration and colonization of the microgap on a screw-retained abutment (28). For this reason, some authors (9,11-14) consider that implant placement at subcrestal level may be deleterious for the maintenance of peri-implant bone, since it implies that the microgap must lie below the peri-implant bone crest, which induces localized chronic inflammation (11). Piattelli *et al.* (16) histologically evaluated bone response associated to different microgap locations on the alveolar crest (implants inserted 1-2 mm above the alveolar crest, implants inserted at the level of the alveolar crest, and implants inserted 1-1.5 mm below the alveolar crest). They found that if the microgap was moved coronally away from the alveolar crest, minimum bone loss and minimum inflammatory infiltration occurred.

This problem could be resolved with the introduction of the Morse taper internal connections (17,29), another recent review (30) concluded that, no implant system can currently provide a complete seal, occurring bacterial leakage irrespective of the type of connection. It also concluded that there is no evidence on the clinical significance of this microbial leakage. The Morse taper internal connection could reduce leakage to physiological and tolerable levels, which clinically constitutes success.

In our study, although crestal implant bone loss was smaller, the peri-implant bone starting point caused the implants to present a greater exposed treated surface (mean 1.13 mm) than in the case of the implants that had been placed at subcrestal level (mean 0.57 mm). Given that exposed treated surface of the implant could lead to complications in the peri-implant health (5), we suggest that subcrestal placement of the implants was found to be favorable, since peri-implant bone remained above the level of the implant platform or bone loss was minimal after 12 months of follow-up. From the clinical

perspective, this could allow the maintenance of peri-implant bone for a longer period of follow-up, thereby counteracting the physiological bone remodeling observed over time,

The implant osseointegration success rate at 12 months was 100% in both of our groups. We found few studies in humans (3,4,23-25), though with high success rates (100% in most cases). Only Koh *et al.* (25) reported one failure, resulting in a success rate of 95.8%, though the authors do not indicate whether the single failure corresponded to implant placement in the crestal or subcrestal position.

Human clinical studies involving longer follow-up periods and larger sample sizes are needed to determine the behavior of peri-implant bone in implants placed at subcrestal level, and to establish the effect of oral exposure of the treated surface of the implant. Within the limits of this prospective study, it could be suggested that subcrestal implants result in greater bone loss. However, from the clinical perspective these implants maintained peri-implant bone levels above the implant platform after 12 months of follow-up, which could compensate physiological bone remodeling.

## References

1. Calvo-Guirado JL, Ortiz-Ruiz AJ, Negri B, López-Mari L, Rodríguez-Barba C, Schlotter F. Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:308-15.
2. Fickl S, Zühr O, Stein JM, Hürzeler MB. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25:577-81.
3. 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;22:1303-7.
4. Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: a 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol.* 2010;81:428-34.
5. Wennerberg A, Sennerby L, Kältje C, Lekholm U. Some soft tissue characteristics at implant abutments with different surface topography. A study in humans. *J Clin Periodontol.* 2003;30:88-94.
6. Atieh MA, Alsabeeha NH, Faggion CM, Duncan WJ. The frequency of peri-implant diseases: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2013;84:1586-98.
7. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3:81-100.
8. Heijdenrijk K, Raghoobar GM, Meijer HJ, Stegenga B, van der Reijden WA. Feasibility and influence of the microgap of two implants placed in a non-submerged procedure: a five-year follow-up clinical trial. *J Periodontol.* 2006;77:1051-60.
9. Hammerle 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;7:111-9.
10. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. Placement of two-part implants in sites with different buccal and lingual bone heights. *J Periodontol.* 2009;80:324-9.
11. Broggiati N, McManus LM, Herrmann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, et al. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2003;82:232-7.



12. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol.* 2000;71:1412-24.
13. Pontes AE, Ribeiro FS, da Silva VC, Margonar R, Piattelli A, Cirelli JA, et al. 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;79:486-94.
14. Stein AE, McGlimphy EA, Johnston WM, Larsen PE. Effects of implant design and surface roughness on crestal bone and soft tissue levels in the esthetic zone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:910-9.
15. do Nascimento C, Miani PK, Pedrazzi V, Muller K, de Albuquerque RF. Bacterial leakage along the implant-abutment interface: culture and DNA Checkerboard hybridization analyses. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:1168-72.
16. Piattelli A, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Annibali S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment: a retrospective histologic evaluation in monkeys. *J Periodontol.* 2003;74:346-52.
17. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, et al. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A.* 2014;102:552-74.
18. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res.* 1990;1:33-40.
19. Weng D, Nagata MJ, Bell M, de Melo LG, Bosco AF. Influence of microgap location and configuration on peri-implant bone morphology in nonsubmerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25:540-7.
20. Barros RR, Novaes AB, 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.* 2010;21:371-8.
21. 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;83:1164-71.
22. Calvo-Guirado JL, Boquete-Castro A, Negri B, Delgado Ruiz R, Gómez-Moreno G, Iezzi G. Crestal bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. A pilot study in Foxhound dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25:344-51.
23. 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;82:234-42.
24. Romanos GE, Aydin E, Gaertner K, Neutwig GH. Long-term results after subcrestal or crestal placement of delayed loaded implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:133-41.
25. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED, et al. Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *J Periodontol.* 2011;82:1112-20.
26. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1:11-25.
27. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol.* 2001;72:1372-83.
28. Brogini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D, et al. Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2006;85:473-8.
29. Larrucea Verdugo C, Jaramillo Núñez G, Acevedo Avila A, Larrucea San Martín C. Microleakage of the prosthetic abutment/implant interface with internal and external connection: in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25:1078-83.
30. Passos SP, Gressler May L, Faria R, Özcan M, Bottino MA. Implant-abutment gap versus microbial colonization: Clinical significance based on a literature review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2013;101:1321-8.

## **Influence of crestal and subcrestal implant placement on bone remodeling and rough surface exposure: a randomized controlled clinical trial**

Hilario Pellicer-Chover<sup>1</sup>, María Peñarrocha-Diago<sup>2</sup>, Miguel Peñarrocha-Diago<sup>3</sup>, Rubén Agustín-Panadero<sup>4</sup>, David Peñarrocha-Oltra<sup>5</sup>

1.DDS. Collaborating Professor of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

2.MD, PhD, DDS. Full Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

3.MD, PhD. Chairman of Oral Surgery and Director of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

4.DDS, PhD. Associate professor, Prosthodontics and Occlusion Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

5.DDS, PhD. Assistant Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

### **CORRESPONDENCE:**

Dr. Miguel Peñarrocha-Diago

Universidad de Valencia

Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal

Gascó Oliag 1, 46021 - Valencia (Spain)

**Telephone:** 00+34+96 386 444

**E-mail:** [miguel.penarrocha@uv.es](mailto:miguel.penarrocha@uv.es)

**ABSTRACT**

**Purpose:** A prospective clinical study was conducted to assess peri-implant bone loss following crestal and subcrestal implant placement of splinted implants at 12 months of follow-up.

**Materials and Methods:** Thirty-four patients with segmental edentulism were randomized to two groups of treatment: group A (crestal implants) or group B (subcrestal implants). Three appointments were arranged: at the moment of the implant placement, at prosthetic loading, and at one year postloading. The amount of exposed rough implant surface, peri-implant bone loss and implant success rate were analyzed, considering statistical significance for  $p < 0.05$ .

**Results:** Sixty-eight implants (34 crestal and 34 subcrestal) were included in the analyses. Two implants failed during follow-up – one of them belonging to the crestal implant group, and the other to the subcrestal one – the success rate being 97%. Bone loss was  $0.19 \pm 0.12$  mm in the crestal group and  $0.23 \pm 0.17$  mm in the subcrestal group at 12 months. Marginal bone levels lower than the platform were found in four crestal implants, leaving a mean exposed rough surface of  $0.21 \pm 0.12$  mm, while none of the subcrestal implants showed marginal bone levels below the platform after one year.

**Conclusions:** The implants show minimum bone loss independently of its apico-coronal position. It remains necessary to perform additional clinical studies involving longer follow-up and greater sample sizes in order to better establish the influence of the implant positioning at insertion upon peri-implant bone behavior, and to analyze the effect which rough implant surface exposure may have upon peri-implant health over the long term.

**Key words:** dental implant, splinted implants, crestal implants, subcrestal implants, bone remodeling, rough surface exposure.

## **INTRODUCTION**

Many clinical studies (1-3) describing two-piece dental implants have documented crestal bone losses of 1.5-2 mm after one year of implant exposure and loading. Over the last decades it has been suggested that marginal bone loss depends on a number of factors, including the presence of a microgap prone to microbial contamination at the implant-abutment connection (4-6) and, thence, the position of the implant-abutment junction in relation to the bone crest.

As early as 1969, Branemark et al. (7) advocated countersinking of the surgical implant to below the bone crest with the aim of preventing implant exposure during bone remodeling. The rationale for subcrestal implant placement is to improve esthetics, allow bone regeneration to the coronal portion of the implant, and compensate for expected bone resorption (8). However, the effects of the implant placement level upon the crestal bone level have seldom been described in the literature. A few clinical and radiological studies in humans (8-14) have evaluated the effect of marginal bone loss according to placement depth upon bone remodeling around two-piece dental implants. Some authors subsequently reported no differences in bone loss between placement of implants at crestal or subcrestal level (13), while others have reported increased bone loss with subcrestal placement and therefore do not recommend such practice (15-20).

A consensus conference (21) has yielded clear evidence that a different microbiologic flora may support peri-implantitis, though the evidence on the potential peri-implantitis triggering factors (surgical, prosthetic and biomechanical) is only of moderate strength. Experimental studies in animals (22,23) have found the progression of peri-implantitis to be more pronounced in implants with rough surfaces than in implants with polished surfaces when the formation of plaque is left untreated - thus suggesting that implant surface properties may create a specific microenvironment for microorganisms and modulate the local immune response as a consequence of the presence of bacteria. According to the available literature, more bone remodeling is to be expected when implants are placed subcrestally (24), but this might not necessarily imply that more rough implant surface will be exposed. Agreement is lacking on the optimum management of peri-implantitis (25). In this regard, effective supportive implant therapy

protocols all underscore the importance of prevention, i.e., meticulous oral hygiene, careful peri-implant assessment, careful consideration of risk factors and the regular removal of microbial deposits from the implants (26). In this line, limiting exposure of the rough implant surface could be relevant for maintaining peri-implant health over the long term.

The present clinical trial was carried out to evaluate the impact of crestal and subcrestal implant placement on marginal bone remodeling and on the subsequent exposure of rough implant surface after 1 year of follow-up.

## **MATERIALS AND METHODS**

A parallel-group, randomized controlled clinical trial was performed involving partially edentulous patients requiring dental implants to substitute 2 or 3 missing teeth. Patients were recruited from the Oral Surgery Unit of the University of Valencia (Valencia, Spain) between December 2012 and August 2013. Table 1 describes the criteria used for inclusion and exclusion. The investigation was performed following the principles outlined in the Declaration of Helsinki, and patients were required to sign a consent form after being fully informed about the study. The study protocol was approved by the Institutional Review Board of the University of Valencia (*H1365580155510*).

### **Randomization**

Patients were randomized to two groups of treatment: group A (crestal implants) or group B (subcrestal implants) (Figure 1). Randomization was carried out using predefined randomization charts. A balanced random permuted-block method was applied to elaborate the randomization charts so as to avoid unequal balancing between both groups. The participants were informed about the different treatments, but were blinded to assignment.

### **Surgical procedure**

Professional prophylaxis was provided in all cases two weeks before surgery, and instructions were given to improve and maintain oral hygiene at home. The patients were provided with a removable provisional prosthesis during the healing phase.

Surgery was carried out under local anesthesia (4% articaine with 1:100,000 adrenalin [Inibsa®, Lliça de Vall, Barcelona, Spain]) in all cases. Ticare® Inhex® implants (Mozo-Grau, S.L., Valladolid, Spain) presenting a neck design with microthreads, a rough surface up to the implant platform, a conical connection and platform switching were used. Calibrated drills with stoppers were used to prepare the sites to the implant length (crestal placement) or to the depth corresponding to the immediately subsequent implant length of the implant system, in such a way that the implant margin was located approximately 1.5 mm apical to the bone crest (subcrestal placement). In maxillary cases, drills and osteotomes were combined when the surgeon (MP) noticed that bone density was low. All implants were treated following a two-step procedure.

Perioperative antibiotic prophylaxis was started two hours before surgery and was maintained for three days after surgery (amoxicillin 1 g, twice a day via the oral route) (27). Ibuprofen 600 mg tablets were prescribed, when necessary, and the patients were instructed to rinse with 0.12% chlorhexidine digluconate for one minute, twice a day during two weeks. Gentle brushing was also advised. The sutures were removed one week after surgery, and prosthetic loading took place 12 weeks after implant placement. All the restorations were metal-ceramic and screwed directly to the implant, and were designed by the same dental technician. All the structures were drilled out of chromium-cobalt at the facilities of the implant manufacturer (Bio-CAM, Mozo-Grau, S.L., Valladolid, Spain). The same dental technician then provided the feldspatic ceramic veneering [IPS d.SIGN, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein]. The screws were tightened to a torque of 30 Ncm in all cases, following the recommendations of the manufacturer.

### **Measurements**

Implant success was defined according to the clinical and radiographic criteria of Buser et al. (28) as follows: 1) no clinically noticeable implant movement; 2) no pain or other subjective sensations; 3) no recurrent peri-implant infection; and 4) no persistent radiotransparency surrounding the implant after one year of loading.

Radiological evaluation was carried out at implant placement (T1), occlusal loading (T2) and 12 months after loading (T3), using an XMIND intraoral system (Groupe Satelec-Pierre Rolland, Bordeaux, France) and an RVG intraoral receptor (Dürr Dental,

Bietigheim-Bissingen, Germany). In order to replicate the patient alignments, we used a rigid cross-arch bar with bite-registration material. A Rinn XCP rod and ring (Dentsply, Des Plaines, IL, USA) were securely united to the bar, which had a slot to hold the receptor, and put in contact with the X-ray cone. Peri-implant bone level was measured to the closest 0.1 mm using DBSWIN software (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany). Two evident and easy to localize reference points at the implant platform were chosen for measurement purposes. A straight line was drawn joining both reference points, and was taken as zero height. A perpendicular line in turn was drawn mesial and distal to the implant from zero height to the bone for determining bone level. The difference between the values obtained at T1 and T3 was used to determine bone loss mesial and distal to the implant. The mean between mesial and distal was picked as bone loss for the fixation in question, being expressed as a positive value when the marginal bone was located coronal to the implant shoulder.

Implants were classified as presenting the bone crest above or at the level of the platform (no rough implant surface exposed) or below the implant platform (rough implant surface exposed) at timepoint T3. When the bone crest was below the implant platform, the amount of exposed rough implant surface was estimated as the distance (to the closest 0.1 mm) between the implant shoulder and the first bone-to-implant contact.

### **Statistical analysis**

A generalized estimating equation (GEE) linear model was used to evaluate differences in bone loss and in implant exposed surface, with measurement time as intra-implant factor and the group or type of edentulism as inter-implant factor. The main effects and interaction were studied using the Wald Chi2 statistic. Multiple comparisons with Bonferroni correction were made. For a generalized linear model with a significance level of 5% ( $p=0.05$ ) and considering a mean detected effect size ( $f=0.25$ ), the statistical power was 0.81 for null contrasting of the interaction. The statistical analyses were carried out by a blinded biostatistician.

## **RESULTS**

Forty consecutive patients with the required type of edentulism were screened for the study. Six patients did not meet the required criteria and were thus excluded (3 smoked > 10 cigarettes/day; 2 required regeneration procedures; and 1 patients refused to participate). A flow diagram of the activities through the phases of the trial is shown in Figure 2. Thirty-four patients (18 men and 16 women) between 28 and 75 years of age (mean 53.3 years) were considered eligible and were enrolled on a consecutive basis. Seventeen patients were allocated to each group. No dropouts occurred during the entire follow-up. All patients completed follow-up and were analyzed. Two implants failed during the osseointegration phase – one in each group. No other implant failed to fulfill the success criteria. The success rates in both groups and the overall success rate were therefore 97.1%.

Bone loss was  $0.19\pm 0.14$  mm in the crestal group and  $0.23\pm 0.17$  mm in the subcrestal group after 12 months of follow-up - the differences between groups being nonsignificant (Table 2). The outcomes referred to bone crest position regarding the implant platform (bone crest above or at the platform level; or below the platform) at T3 are summarized in Table 3. Four crestal implants presented the bone crest apical to the implant platform (mean exposed treated surface  $0.21\pm 0.12$  mm). In contrast, none of the subcrestal implants showed marginal bone levels lower than the platform.

## **DISCUSSION**

The aim of the present study was to evaluate the impact of crestal and subcrestal implant placement on marginal bone loss in splinted implants. Two implants failed in our study. Of these, one belonged to the crestal implant group and the other to the subcrestal implant group – no relationship being observed between implant position regarding crest and implant survival.

The principal outcomes addressed in our study were peri-implant bone loss and the exposed rough implant surface 12 months after loading. Marginal bone level was estimated by means of parallelized periapical radiographs. Mean bone loss after one year of follow-up was  $0.19\pm 0.14$  mm in the crestal group and  $0.23\pm 0.17$  mm in the



subcrestal group. These results are similar to those found in the literature. In this regard, studies in animals (29-34) have recorded crestal implant bone loss values ranging from 0.16-2.1 mm, versus 0.47-3.6 mm recorded in subcrestal implants.

Cesaretti et al. (24) compared peri-implant soft- and hard-tissue integration at implants placed at juxta- or subcrestal level. The implants presented a 1.7-mm high polished neck: in one group with the rough/smooth surface interface, placement was at buccal bony crest level (control), while in a second group placement was 1.3 mm deeper (test). The authors concluded that the placement of implants in the subcrestal location resulted in greater vertical buccal bone resorption (1.00 mm) in relation to the bony crest level at implant placement compared to juxta-crestal implants (0.50 mm). However, from the data provided in the study it can be calculated that implants placed at subcrestal level had no exposed treated surface at the end of the study, while implants placed at crestal level presented a mean of 0.7 mm of exposed surface. Hof et al. (14) performed a multifactorial analysis studying the influence of implant and prosthesis related parameters (insertion depth and splinted versus single-tooth restorations) upon marginal bone resorption. They observed that insertion depth significantly influenced marginal bone resorption: a deeper implant insertion depth resulted in increased peri-implant bone loss. Nevertheless, the authors did not specify the characteristics of the studied implants (with a machined neck or with rough surface up to the implant platform). This fact is relevant, as bone loss is expected if an implant with machined neck is placed in the subcrestal position.

The exposure of rough surface also depends on the implant design; in fact, more bone remodeling (if associated to gingival recession) is mainly a problem in esthetic cases, but might not be a problem regarding peri-implant health. Peri-implant bone preservation is important for long-term success; when the rough surface of an implant is exposed in the mouth, a greater amount of plaque can develop, which can lead to perimucositis and peri-implantitis (35). Galindo et al. (36) found implants with increased marginal bone loss rates at early stages to be likely to reach marginal bone loss values that have a negative impact upon final outcome. Initial marginal bone loss rates around an implant of  $> 0.44$  mm/year are indicative of the progression of peri-implant bone loss. In a previous investigation involving single implants (37), although mean bone loss was greater in the subcrestal group, the starting bone position was above

the implant platform, and these values remained positive after one year of follow-up. These findings coincide with the outcomes of the present research. The presence of bone above the platform after one year of follow-up may be an advantage, since clinically peri-implant bone loss is often progressive over time. Accordingly, subcrestal implant placement may to some extent counter the physiological bone remodeling process that occurs over time, and which in crestal implants immediately leads to exposure of the rough implant surface.

Differences in marginal bone loss outcomes among authors and systems may also be attributable to the type of prosthetic connection or the type of restoration involved (36). A recent systematic review (38) has described conical connections as being superior in terms of sealing performance, microgap formation, the maintenance of torque and abutment stability. In turn, studies in humans using restorations directly screwed (with no abutment) to internal connections (8,10,12,13) have reported crestal implant bone loss values ranging from 0.5-1.5 mm, versus 0.08-1.78 mm in subcrestal implants. In contrast to what happens with other implant systems, implant insertion with a Morse cone connection deeper in the bone does not seem result in the soft and hard tissues complications described in the literature (39). The Morse cone connection has been correlated to diminished peri-implant crestal bone resorption and soft tissue inflammation (40).

Studies addressing this topic are generally of an *in vitro* design and consider the implant connection under ideal assembly conditions. Such ideal assembly of the two components of the connection can be achieved in single restorations or when using intermediate abutments, but may not be possible in some cases, such as when using restorations screwed directly to multiple implants. Göthberg et al. (41) evaluated tissue response to oxidized or machined abutments or no abutment in three-unit fixed prostheses after three years of follow-up. Similar marginal bone loss was found between directly at implant level (1.81 mm) and oxidized abutments (1.77 mm) after three years, and was significantly lower at machined abutments (1.42 mm) than at directly at implant level.

Despite the limited sample size (34 patients and 68 implants), our study contributes to the existing evidence regarding the assessment and comparison of peri-implant bone loss and the success of implants placed in the crestal or subcrestal position and

rehabilitated with splinted implants. The study comprised 34 consecutive patients chosen using rigorous, uniform criteria and treated by the same dentists using the same methods. Within its limits, our study suggests that the implants show minimum bone loss independently of the apico-coronal position of the implant. It remains necessary to perform additional clinical studies with longer follow-up times and larger samples in order to better understand the influence of the position of the implant at insertion (crestal or subcrestal) upon the behaviour of peri-implant bone, and to analyze the effect which rough implant surface exposure may have upon peri-implant health over the long term.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

The authors are indebted to Mr. Helios Hervás-Pellicer for the graphic support provided, Mr. Juan Luis Gómez-Martínez for the statistical study and Ms. Débora Gómez-Palomares for editing and language suggestions.

#### **CONFLICTS OF INTERESTS**

The authors declare that they have no conflicts of interest referred to the materials used in this study.

## REFERENCES

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
2. Jemt, T., Lekholm, U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: measurements of buccal crestal contours in a 6-year prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7:127-35.
3. Roos-Jansaker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine-to-fourteen-year follow-up of implant treatment. Part 1: Implant loss and associations to various factors. *J Clin Periodontol* 2006;33:283-289.
4. Prosper L, Redaelli S, Pasi M, Zarone F, Radaelli G, Gherlone EF. A randomized prospective multicenter trial evaluating the platform-switching technique for the prevention of postrestorative crestal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:299-308.
5. Canullo L, Iurlaro G, Iannello G. Double-blind randomized controlled trial study on post-extraction immediately restored implants using the switching platform concept: soft tissue response. Preliminary report. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:414-20.
6. Farronato D, Santoro G, Canullo L, Botticelli D, Maiorana C, Lang NP. Establishment of the epithelial attachment and connective tissue adaptation to implants installed under the concept of "platform switching": a histologic study in minipigs. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:90-4.
7. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.
8. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED, Wang HL. Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *J Periodontol* 2011;82:1112-20.
9. Jung UW, Choi JY, Kim CS, Cho KS, Chai JK, Kim CK, Choi SH. Evaluation of mandibular posterior single implants with two different surfaces: a 5-year comparative study. *J Periodontol* 2008;79:1857-63.

10. Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: a 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol* 2010;81:428-34.
11. 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;22:1303-7.
12. 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;82:234-42.
13. Romanos GE, Aydin E, Gaertner K, Nentwig GH. Long-term results after subcrestal or crestal placement of delayed loaded implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:133-41.
14. Hof M, Pommer B, Zukic N, Vasak C, Lorenzoni M, Zechner W. Influence of prosthetic parameters on peri-implant bone resorption in the first year of loading: a multi-factorial analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:e183-91.
15. 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;7:111-9.
16. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded non submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-30.
17. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2000;71:1412-24.
18. Brogini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, Buser D, Mellonig JT, Cochran DL. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res* 2003;82:232-7.
19. Pontes AE, Ribeiro FS, Iezzi G, Piattelli A, Cirelli JA, Marcantonio E Jr. 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;19:483-90.

20. Stein AE, Mc Glimphy EA, Johnston WM, Larsen PE. Effects of implant design and surface roughness on crestal bone and soft tissue levels in the esthetic zone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:910-9.
21. Canullo L, Schlee M, Wagner W, Covani U, Montegrotto Group for the Study of Peri-implant Disease. International Brainstorming Meeting on Etiologic and Risk Factors of Peri-implantitis, Montegrotto (Padua, Italy), August 2014. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30:1093-104.
22. Berglundh T, Gotfredsen K, Zitzmann NU, Lang NP, Lindhe J. Spontaneous progression of ligature induced peri-implantitis at implants with different surface roughness: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:655-61.
23. Albouy JP, Abrahamsson I, Berglundh T. Spontaneous progression of experimental peri-implantitis at implants with different surface characteristics: an experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2012;39:182-7.
24. Cesaretti G, Lang NP, Salata LA, Schweikert MT, Gutierrez Hernandez ME, Botticelli D. Sub-crestal positioning of implants results in higher bony crest resorption: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:1355-60.
25. Esposito M, Grusovin MG, Tzanetza E, Piattelli A, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: treatment of perimplantitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;16:CD004970.
26. Armitage GC, Xenoudi P. Post-treatment supportive care for the natural dentition and dental implants. *Periodontol 2000* 2016;71:164-84.
27. Buser D, Halbritter S, Hart C, et al. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. *J Periodontol* 2009;80:152–162.
28. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:33-40.
29. Weng D, Nagata MJ, Bell M, de Melo LG, Bosco AF. Influence of microgap location and configuration on peri-implant bone morphology in nonsubmerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:540-7.

30. Barros RR, 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* 2010;21:371-8.
31. Negri B, Calvo-Guirado JL, Ramírez-Fernández MP, Maté Sánchez-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* 2012;23:236-44.
32. 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;83:1164-71.
33. 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;21:308-15.
34. Pontes AE, Ribeiro FS, Iezzi G, Pires JR, Zuza EP, Piattelli A, Marcantonio E Jr. Bone-implant contact around crestal and subcrestal dental implants submitted to immediate and conventional loading. *ScientificWorldJournal* 2014; 2014:606947.
35. Wennerberg A, Sennerby L, Kultje C, Lekholm U. Some soft tissue characteristics at implant abutments with different surface topography. A study in humans. *J Clin Periodontol* 2003;30:88-94.
36. Galindo-Moreno P, León-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O'Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:e28-34.
37. Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M. Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016;21:e103-10.
38. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, Nonhoff J. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A* 2014;102:552-74.

39.Döring K, Eisenmann E, Stiller M. Functional and esthetic considerations for single-tooth Ankylos implant-crowns: 8 years of clinical performance. J Oral Implantol 2004;30:198-209.

40.Chou CT, Morris HF, Ochi S, Walker L, DesRosiers D. AICRG, Part II: Crestal bone loss associated with the Ankylos implant: loading to 36 months. J Oral Implantol 2004;30:134-43.

41.Göthberg C, André U, Gröndahl K, Thomsen P, Slotte C. Bone Response and Soft Tissue Changes Around Implants With/Without Abutments Supporting Fixed Partial Dentures: Results From a 3-Year, Prospective, Randomized, Controlled Study. Clin Implant Dent Relat Res. 2016;18:309-22.



**TABLES**

<b>Table 1.</b> Criteria used for inclusion and exclusion.	
Inclusion criteria	Exclusion criteria
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adults with no pathology</li> <li>- Full mouth plaque score and full mouth bleeding score <math>\leq 25\%</math></li> <li>- Sufficient bone height and width to plan two consecutive implants with a minimum diameter of 3.7 mm, without bone grafting procedures</li> <li>- Stable occlusion and healthy periodontium</li> <li>- Patient agreeing to comply with the scheduled control visits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disorders contraindicating implant surgery, pregnant and breast-feeding patients, smokers (&gt;10 cigarettes/day), a history of bisphosphonate therapy, patients undergoing chemo- or radiotherapy of the head and neck, severe bruxism, deficient oral hygiene or non-collaborative patients, and lack of data or failure to comply with the arranged control visits</li> </ul>

<b>Table 2.</b> Peri-implant bone level for crestal and subcrestal implant placement (mean values expressed in mm).			
	Crestal	Subcrestal	P-value (Mann-Whitney)
Implant placement (T1)	0.00±0.00	1.44±0.11	0.001*
Prosthetic loading (T2)	-0.02±0.07	1.35±0.14	0.001*
12 months (T3)	-0.21±0.12	1.12±0.12	0.001*
Bone loss (T2 – T3)	0.19±0.14	0.23±0.17	1.000
* statistically significant			

**Table 3.** Bone crest position with respect to the implant platform for crestal and subcrestal placement after 12 months of follow-up.

Implants considered	Crestal		Subcrestal		P-value
	(n-%)	Bone crest – implant platform (mm; mean (SD))	(n-%)	Bone crest – implant platform (mm; mean (SD))	
Bone crest above or at the level of the platform	29 – 87.8	-	33 – 100	1.12±0.12	
Bone crest below the platform	4 – 12.2	-0.21±0.12	0	-	
Global sample	33 - 100	-0.21±0.12	33 - 100	1.12±0.12	0.001* (Kolmogorov -Smirnov)

\* statistically significant

**FIGURES**

**Figure 1.** A) Implant placement. B) After 12 months of follow-up. Point A: Top of the adjacent bony crest. Point B: Coronal margin of the rough surface. Point C: First bone-to-implant contact. Distance B-C: exposed rough surface. Distance A-B: bone crest above the level of the platform.

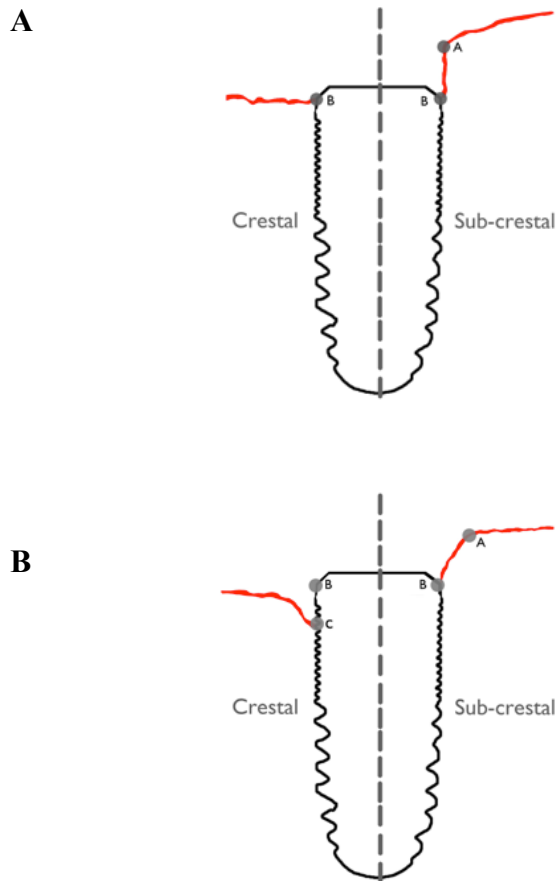
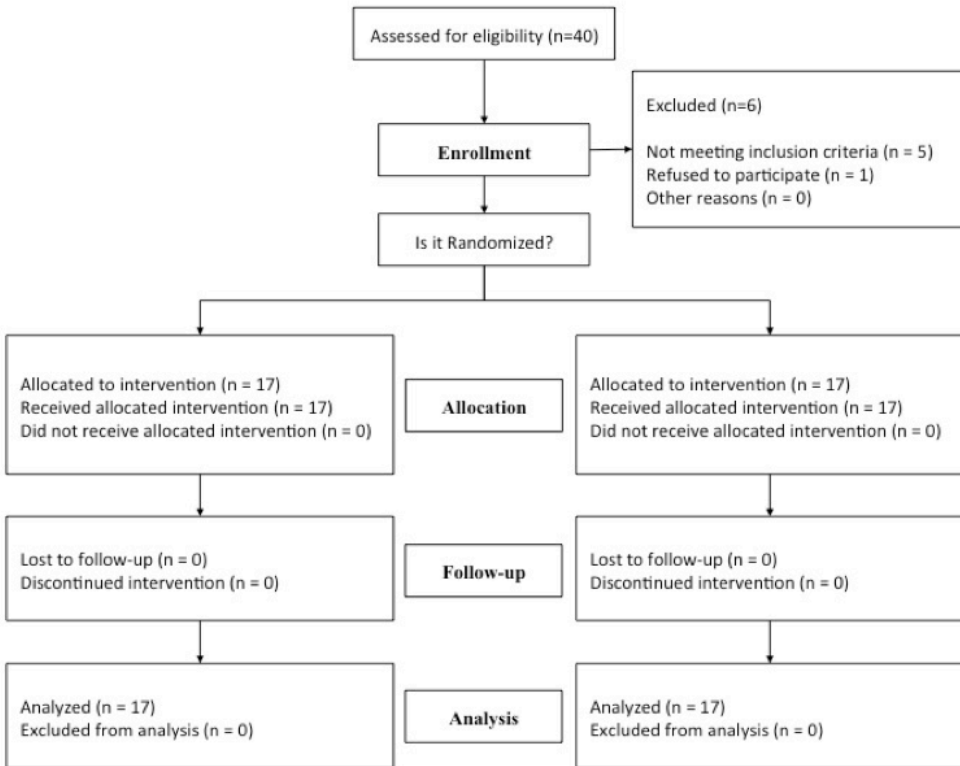


Figure 2. Patient flowchart.



**Impact of crestal and subcrestal implant placement upon changes in marginal peri-implant bone level. A systematic review**

Hilario Pellicer-Chover<sup>1</sup>, María Díaz-Sanchez<sup>2</sup>, David Soto-Peñaloza<sup>2</sup>, María Peñarrocha-Diago<sup>3</sup>, Luigi Canullo<sup>4</sup>, David Peñarrocha-Oltra<sup>5</sup>

1.DDS, MSc. Collaborating Professor of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

2.DDS, Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

3.MD, PhD, DDS. Full Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

4.DDS, PhD. Visiting Professor in Oral Surgery and Implantology, Stomatology Department, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain.

5.DDS, PhD. Assistant Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

**CORRESPONDENCE:**

Dr. David Peñarrocha-Oltra

Universidad de Valencia

Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal

Gascó Oliag 1, 46021 - Valencia (Spain)

**Telephone:** 00+34+96 386 444

**E-mail:** [david.penarrocha@uv.es](mailto:david.penarrocha@uv.es)

ABSTRACT

**Objective:** To systematically evaluate human studies analyzing peri-implant bone changes in implants with a rough neck in crestal and subcrestal position.

**Material and methods:** Following the recommended methods for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA), an electronic search was conducted in the PubMed (MEDLINE), EMBASE and LILACS databases to identify all relevant articles published up until April 2017. The search included human studies comparing marginal bone loss between a control group and a study group with a minimum of 10 patients and a minimum follow-up of 6 months after prosthetic loading with rough neck implants. Two independent reviewers assessed the risk of bias in the selected studies based on the Newcastle-Ottawa scale for observational studies and the Cochrane Collaboration for clinical trials.

**Results:** Of 342 potentially eligible items, 7 complied with the inclusion criteria. One article was retrieved through the manual search. Eight articles were finally included: five experimental and three observational studies. The risk of bias assessed by the Cochrane Collaboration and Newcastle-Ottawa showed a high risk of bias. The mean follow-up period was 21 months (range 6-36 months). Three studies recorded significant differences between the two groups, with the subcrestal group presenting the greatest loss.

**Conclusion:** Despite its limitations, the present systematic review suggests that subcrestal implants result in more marginal bone loss than crestal implants, however, this does not necessarily lead to exposure of the rough surface of the implant.

**Key words:** Crestal implants, subcrestal implants, placement level, systematic review

## **INTRODUCTION**

Many authors (1-4) have observed peri-implant bone losses of between 1-2 mm after the first year of occlusal loading, and of 0.1 to 0.2 mm over successive years. Such bone loss has been associated to many factors, such as the periodontal biotype (5), the distance between implants (6), macro- and micro-implant design (7), and occlusal overloading (8). An additional factor is the presence of a microgap prone to microbial contamination in the implant abutment connection and, consequently, the location of this connection in relation to the bone crest (9-12).

Placement of an implant in a deeper position with respect to the bone crest (subcrestal placement) has been suggested as a method that could contribute to maintain the periimplant soft and hard tissues in comparison with crestal placement, though this affirmation is subject to controversy. As early as 1969, Branemark (13) recommended placing the implant below the bone crest to prevent implant exposure during bone remodeling. Some authors (12, 14, 15) have reported that implants placed approximately 2 mm below the bone crest are associated with significantly less peri-implant bone loss compared to implants placed at crestal level. Conversely, other authors (16-22) have observed greater bone loss with implants placed at subcrestal level. Variations in study design, implant geometry, surface treatment and surgical protocols in implant placement could explain the discrepancies in the results of the aforementioned studies.

Initial bone loss from implants has been associated with peri-implant bone loss over the long term and therefore to periimplantitis (23).

At present, there is no consensus on optimal interventions for the treatment of peri-implantitis (24). Therefore, all implant maintenance programs are focused on prevention, that is, meticulous oral hygiene practices, careful peri-implant examination, analysis of risk factors and periodic elimination of bacterial deposits from implants (25). In this line, limiting the exposure of the rough surface of the implant could be relevant to maintain a correct long-term peri-implant health.

Evidence suggests that the apicocoronal position influences bone loss, though there are conflicting opinions in this respect. The present systematic review is therefore justified, with the aim of answering the following pre-specified PICO focus question: *"Are there differences in terms of marginal bone loss (MBL) between the subcrestal and juxta-*

*crestal placement of osseointegrated implants in patients subjected to dental implant treatment?"*

## **MATERIAL AND METHODS**

The present systematic review was conducted in accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. The specific question was established according to the PICO (participants, intervention, comparison, outcome) format:

- P: patients treated with dental implants
- I: subcrestal implants
- C: crestal implants
- O: marginal bone loss

### **Search strategy**

An electronic search was performed without time restrictions and up until April 2017 in three main databases: the MEDLINE from the United States National Library of Medicine (NLM) through PubMed, EMBASE and LILACS. The medical subject "MESH" terms for PubMed, "EMTREE" for Embase and other free-text terms were used and combined whenever possible in each database.

In addition, electronic screening of the "grey literature" through the System for Information on Grey Literature in Europe (SIGLE) - Open Grey (<http://www.opengrey.eu/>) was performed as suggested by the AMSTAR guideline (26), attempting to minimize potential publication bias.

The search strategy in the PubMed database was conducted as follows:

((("Dental Implants"[Mesh] OR "Dental Implants, Single-Tooth"[Mesh] OR dental implants OR titanium implants OR osseointegrated implants)) AND (subcrestal implants OR submerged implants)) AND (crestal implants OR non-submerged implants OR non submerged implants OR equicrestal implants OR juxta-crestal implants)) AND ("Bone Resorption"[Mesh] OR crestal bone loss OR marginal bone loss).



### **Inclusion and exclusion criteria**

The following criteria were established to select articles for inclusion in the present review:

- Randomized clinical trials (RCTs), controlled clinical trials and prospective/retrospective cohort studies comparing crestal and sub-crestal implant placement
- Assessment of MBL
- Inclusion of at least 10 patients
- A minimum follow-up of 6 months after prosthetic loading
- Only studies including implants with a rough neck, and with or without platform-switching designs

Literature or narrative reviews, case-control studies, cross-sectional studies, case series, case reports, preclinical and *in vitro* studies, letters to the editor, and articles published in languages other than English were excluded.

### **Data collection, extraction and management**

#### *Screening and selection of papers*

Titles and abstracts of potentially selected records were independently screened by two reviewers (H.P.C and M.D.S). Full reports were obtained and reviewed independently for studies that seemed to meet the inclusion criteria. Disagreements between the authors were resolved following discussion and, if unresolved, another researcher (D.P.O.) could be consulted to reach consensus.

#### *Selection of studies and data extraction*

The studies that met the inclusion criteria were processed for data extraction, which was conducted by two independent researchers (H.P.C. and M.D.S.). The following data were extracted and recorded in duplicate: author(s), year of publication, study design and details of the participants, intervention(s), MBL and relevant outcomes. Predefined data collection spreadsheets were employed for the assessment of each publication, and

disagreements were resolved by discussion with a third reviewer (D.S.P.). In the event of missing data, a request was sent to the authors, if any.

*Risk of bias in individual studies*

Two independent reviewers (H.P.C. and M.D.S.) evaluated all the included articles. The methodological quality of observational studies was assessed with the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) (27), and the Cochrane Collaboration tool for assessing the risk of bias was employed for the assessment of randomised controlled trials (28).

For each aspect of quality assessment, we scored the risk of bias following the recommendations of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>). Each entry was judged as “yes” (low risk of bias), “no” (high risk of bias) or “unclear” (either lack of information or uncertainty over the potential for bias).

The criteria included assessment of the followed items: 1) randomization and allocation methods (i.e., selection bias); 2) completeness of follow-up period/incomplete outcome data (i.e., attrition bias); 3) masking of patients (i.e., performance bias); 4) masking of examiners (i.e., detection bias); and 5) selective reporting (i.e., reporting bias). Based on these answers, risk of bias was categorized as: 1) low risk of bias if all criteria were met (i.e., adequate methods of randomization and allocation concealment, a “yes” answer to all questions about completeness of follow-up and masking of examiners, and a “no” answer to selective reporting and other sources of bias); 2) unclear risk of bias if one or more criteria were partially met (i.e., unclear criteria were set); or 3) high risk of bias if one or more criteria were not met. In addition, we developed a summary of bias appraisal to explain the reasons underlying judgment for each domain across studies (supplementary data file).

In cohort studies, each item of the scale could be awarded one point rated on a scale from 0 (high risk of bias) to 9 (low risk of bias).

The NOS assessed three specific criteria: selection, comparability and exposure. Only the item comparability could be awarded two points for a maximum of two adjusted confounders in the analysis. According to Araújo 2016 (29), studies presenting a summarizing score above the median are considered to have a low risk of bias.

Therefore, a high risk of bias was considered in the case of a summarizing star score of  $< 6$ , and at low risk of bias was considered in the case of a star score of  $> 6$ . Quality was based on the number of stars reached. Inter-examiner agreement was ascertained through a kappa-test; any disagreement was resolved by discussion, consulting a third advisor (D.S.P.).

## **RESULTS**

### **Study selection**

A total of 342 articles were obtained from the electronic search. After screening by title and abstract, 19 titles were selected for full-text assessment of eligibility. Seven articles finally fulfilled the eligibility criteria; in addition, one further title was retrieved from the reference lists of included studies. The screening process is shown in Figure 1. Of these 8 articles, 5 were RCTs (15, 30-33) and three were prospective cohort studies (34-36); of the latter, two articles comprised the same prospective cohort (34, 35). A summary of study characteristics is provided in Table 1. The excluded titles, with the reasons for exclusion, are described in Table 2.

### **Risk of bias assessment**

Inter-examiner agreement in methodological assessment was almost perfect (kappa index,  $k = 0.87$ ), according to the Landis and Koch scale. The risk of bias across included titles was assessed according to the Cochrane Collaboration tool ( $n=5$ ) and NOS for non-randomized studies ( $n=3$ ). Several methodological flaws were identified: scantiness of data regarding allocation concealment, the blinding of participants and personnel, and the blinding of outcomes assessment, across RCTs. Only one study was considered to present a low risk of bias (31) (Fig. 2).

Regarding the observational studies, Cassetta, Di Mambro, et al. (2016) (34) presented a score of 6 out of 9, another article (35), 5 out of 9, and one study (36), 4 out of 9. The observational studies therefore showed a high risk of bias (Fig 3).

## **Data extraction**

The 7 selected studies (eight articles) comprised 479 patients, of which 32 could not be analyzed due to dropouts occurring during the follow-up period. A total of 800 implants were placed, of which 243 were crestal implants (30.38%) and 557 subcrestal implants (69.63%). The mean follow-up period was 21 months (range 6-36 months). Five studies (15, 30, 31, 33, 36) excluded smokers, and three articles (32, 34, 35) excluded patients who consumed more than 10 cigarettes a day. Six articles (15, 33-36) adopted a two-stage approach, and all implants were covered with mucosa at the moment of implant placement. In contrast, one study (30) connected healing abutments to the implants at implant placement, while another study (31) used an immediate loading protocol.

The measurements of marginal bone level versus the implant shoulder varied in terms of the methodology used. In four articles (30, 33-35) the mean mesial and distal marginal bone loss was expressed with positive values if the marginal bone was in a coronal position at the implant shoulder; as zero value if the marginal bone corresponded to the shoulder of the implant; and as negative values if the marginal bone was apical to the implant shoulder. The rest of the studies did not specify the methodology used for the measurement of MBL. The baseline reference of the measurements corresponded to the moment of implant placement (30, 31, 33-36) and the moment the prosthetic loading (15, 32). Peri-implant MBL was registered in both groups in all studies. In crestal implants, MBL ranged between -0.03 and -1.6 mm, while in subcrestal implants it ranged between 0 and -1.4 mm. In four studies (30, 31, 32, 36), implants placed in a crestal position presented higher MBL than subcrestal implants - the differences being significant in one study (36). On the other hand, in three studies (15, 33-35), implants placed in a subcrestal position presented greater MBL than crestal implants, with significant differences in only one study (33).

All implants were restored with fixed prostheses, including screw-retained (30, 32, 33), cement-retained (15, 32, 34, 35) and hybrid prostheses (31). One article (36) failed to report prosthetic restoration.

The present systematic review included studies with internal connection without platform-switching (32) and internal connection with platform-switching, comprising:

conical internal connection (15, 30, 33), internal cone Morse connection (31, 34, 35), and hexagonal internal connection (36).

Four reports offered percentage success criteria: 100% (30, 33), 93% (35) and 95.8% (32). On the other hand, 6 articles reported percentage survival criteria: 100% (15, 30, 21), 95.5% (34), 94.1% (35) and 95.8% (32).

Three studies (15, 30, 31) included the analysis of periimplant soft tissues in their protocols. The variables analyzed were: probing depth (15, 30, 31), modified plaque index (15), keratinized tissue width and thickness (31), bleeding on probing (15, 30, 31) and the Løe and Sillness gingival index (15). No differences in the variables analyzed were observed between the crestal and subcrestal groups.

## **DISCUSSION**

The present systematic review aimed to compare peri-implant bone changes in internal connection implants with a rough neck and with or without platform-switching placed in a crestal versus subcrestal position in clinical studies. The review comprised data from 8 articles corresponding to 7 studies: 5 experimental and two observational (cohort studies). The prospective cohort study (34, 35) reported results at different time intervals of 36 and 60 months, respectively. Thus, we considered assessment and summary of each article as an individual study. Only one RCT showed a low risk of bias (31). Observational studies presented high risk of bias according to the NOS (27). Allocation concealment, the blinding of participants and outcomes assessor were limitations detected among studies, as well as inadequate description of the non-exposed cohort in observational studies, and attrition bias with a dropout rate of > 20% in one study (35).

The placement of an implant in a subcrestal position has been suggested as a method that could contribute to the maintenance of hard and soft periimplant tissues compared to a crestal placement – though this affirmation is subject to debate. Experimental animal studies (17, 20, 37, 38) and human studies (16, 18, 39, 40) involving polished neck implants have observed that subcrestal implant placement produces an increase in peri-implant bone loss. Various experimental studies in animals (41, 42, 43) have found that low surface roughness (Sa value 0.5-1  $\mu\text{m}$ ), such as that found in polished neck

implants, promotes the formation of fibrous capsules around the polished surface of the implant and produces a smaller bone-implant contact area. Conversely, some authors (44-49) found that osseointegration could occur on the implant platform when positioned 2 mm subcrestal in implants with a rough neck design and platform-switching. The latter is a design where the diameter of the abutment is smaller than the neck of the implant. Such designs have been associated with a decrease in periimplant bone loss compared to standard platform implants, thanks to the internally repositioned implant-abutment junction (mismatching), which limits periimplant bone loss by distancing bacteria and infiltrating inflammatory cells away from adjacent crestal bone (10). The differences in bone loss results among authors can also be attributed to the type of prosthetic connection or the type of restoration involved (23). A recent systematic review (50) claimed the superiority of conical connections in sealing, microgap formation, torque maintenance and stability of the prosthetic abutment. These findings suggest that macro- and micro-designing of the implant could play an important role in marginal periimplant bone changes when the implants are placed subcrestally.

The results of our systematic review showed MBL around subcrestal implants to be less pronounced than in the case of crestal implants. In crestal implants, periimplant bone remodeling immediately results in exposure of the rough surface of the implant. This does not happen when the implants are placed subcrestally, since the starting point of bone is above the implant platform, and the surface is contained within the periimplant defect produced by drilling. Therefore, bone remodeling does not necessarily lead to exposure of the rough surface of the implant. This fact justifies the study of the variable "exposed rough surface". Kütan et al. (15) found mean radiographic vertical bone loss in the crestal group after three years to be significantly smaller than in subcrestal group ( $0.56 \pm 0.35$  mm and  $1.21 \pm 1.05$  mm, respectively), though reabsorption did not reach the implant threading. In the control group, the first bone-implant contact was located under the level of the first threads. Pellicer-Chover et al. (33), after 12 months of follow-up, recorded a bone loss of 0.06 mm in crestal implants versus 1.22 in subcrestal implants. However, on analyzing the exposed rough surface, the subcrestal implants presented lower values (mean 0.57 mm) than the crestal implants (mean 1.13 mm). In this same line, Al Amri et al. (30) observed that in contrast to implants placed subcrestally, crestal

implants presented bone levels below the platform ( $-0.45 \pm 0.2$  mm), and therefore exposure of the rough surface of the implant. Since exposed surfaces of the implants could lead to complications in peri-implant health, the authors suggested that subcrestal placement of the implants is preferable.

Four studies reported success criteria of between 93-100%. In turn, the success/survival criteria across the included studies are consistent with those reported by Albrektsson et al. (1) and Buser et al. (41) (Table 1). Among the 6 articles that reported implant survival, the range was 94.1-100%. Six early failures before loading and 28 late failures after loading were described - in both cases secondary to peri-implant tissue infection (34,35).

The results referred to soft tissue outcomes in the present study should be interpreted with caution, since such soft tissue measurements were reported in only three studies (15, 30, 31), and with important heterogeneity in the approaches used to assess the parameters among studies. Al Amri et al. (30), in crestal implants, found the highest mean percentage of sites with bleeding on probing and probing depth  $\geq 4$  mm to be recorded at 6 months (7.4% and 1.4%, respectively). In subcrestal implants, the highest mean percentage of sites that showed bleeding on probing and probing depth  $\geq 4$  mm was recorded at 6 months (2.4% and 1.2%, respectively). In contrast, Kutan et al. (15) and Siqueira et al. (31) reported no statistically significant differences between the two groups in terms of periodontal indexes.

#### Study strengths, limitations and recommendations

To the best of our knowledge, this is the first review that assesses the impact of the positioning of crest and subcrestal implants in the neck and platform on marginal bone loss. Due to the variability in the design and execution of the studies, the present work tries to provide information for improvement in future studies.

The limitations of our study include the difficulty of obtaining data on the type, design (polished or treated neck) and connection (conical design, with or without platform-switching) of the implants used in each study – this resulting in a lack of information that is reflected in the results of the systematic review. The articles included showed variability in their way of measuring marginal bone loss. In this regard, when implants are placed subcrestally it may be advisable to report the measurements as positive values when the bone is above the platform and as negative values when below the platform.

Likewise, significant differences were observed in the moment of starting to measure bone loss (baseline) - a fact that could result in erroneous data. Seven articles (30, 31, 33-36) defined the moment of implant placement as the starting point, while two studies (15, 32) started measurement at the time of prosthetic loading.

Unfortunately, human studies evaluating the effects of apico-coronal implant placement on postsurgical marginal bone loss are limited. This may be due in part to the strict inclusion criteria applied in an attempt to provide direct and less biased comparisons. Further studies on this subject are required, in view of the lack of standardization found in the articles included in our review.

Future studies in this field are needed to overcome the methodological shortcomings, specifically in relation to allocation concealment and blinding of the participants in RCTs, with better sample size estimations and adequate statistical power, in order to confirm the trends observed in our review. Such studies moreover should also address the impact of other risk factors or modifiers such as smoking, alcohol, or controlled systemic diseases such as type 2 diabetes.

## **CONCLUSIONS**

Despite its limitations, the present systematic review suggests that subcrestal implants result in less marginal bone loss than crestal implants. In order to determine whether this observation is clinically relevant, new studies will be needed, involving improved designs and the standardization of protocols to allow statistical comparisons and the drawing of firm conclusions. Further clinical studies with longer follow-up times and larger sample sizes are required to improve our understanding of this interesting and frequent topic in clinical practice.

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that they have no conflicts of interest in relation to this study, and received no financial support of any kind to carry out the present review.

## **ACKNOWLEDGMENTS**



The authors are indebted to Mr. Joe Perkins Wineberger and Ms. Débora Gómez-Palomares for editing and language suggestions.

## **REFERENCES**

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A.R. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1:11-25.
2. Lazzara R.J, Porter S.S. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9-17.
3. Roos-Jansaker A.M, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine-to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:290-5.
4. Jemt T, Lekholm U. Single implants and buccal bone grafts in the anterior maxilla: measurements of buccal crestal contours in a 6-year prospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2005;7:127-35.
5. Linkevicius T, Apse P, Grybauskas S, Puisys A. The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: a 1-year prospective controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:712-19.
6. Rodríguez-Ciurana X, Vela-Nebot X, Segalà-Torres M, Calvo-Guirado JL, Camba J, Méndez-Blando V et al. The effect of interimplant distance on the height of the interimplant bone crest when using platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2009;29:141-51.
7. Canullo L, Micarelli C, Lembo-Fazio L, Iannello G, Clementini M. Microscopical and microbiologic characterization of customized titanium abutments after different cleaning procedures. *Clin. Oral Impl. Res.* 2014;25:328-36.
8. Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin. Oral Implants Res.* 2012;23:95-107.
9. Prosper L, Redaelli S, Pasi M, Zarone F, Radaelli G, Gherlone EF. A randomized prospective multicenter trial evaluating the platform-switching technique for the

prevention of postrestorative crestal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:299-308.

10.Canullo, L., Fedele, G. R., Iannello, G. and Jepsen, S. Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial. *Clinical Oral Implants Research.* 2010;21:115-21.

11.Farronato G, Giannini L, Galbiati G, Maspero C. Comparison of the dental and skeletal effects of two different rapid palatal expansion appliances for the correction of the maxillary asymmetric transverse discrepancies. *Minerva Stomatol.* 2012;61:45-55.

12.Romanos, G. E. Wound healing in immediately loaded implants. *Periodontology* 2000. 2015; 68: 153-67.

13.Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3:81-100.

14.Calvo-Guirado JL, Pérez-Albacete C, Aguilar-Salvatierra A, de Val Maté-Sánchez JE, Delgado-Ruiz RA, Abboud M. Narrow- versus mini-implants at crestal and subcrestal bone levels. Experimental study in beagle dogs at three months. *Clinical oral investigations* 2015;19:1363-9.

15.Kütan E, Bolukbasi N, Yildirim-Ondur E, Ozdemir T. Clinical and Radiographic Evaluation of Marginal Bone Changes around Platform-Switching Implants Placed in Crestal or Subcrestal Positions: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clinical implant dentistry and related research* 2015;17:364-75.

16.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. *Clinical oral implants research* 1996;7:111-9.

17.Cesaretti G, Lang NP, Salata LA, Schweikert MT, Gutierrez Hernandez ME, Botticelli D. Sub-crestal positioning of implants results in higher bony crest resorption: an experimental study in dogs. *Clin. Oral Impl. Res.* 2015:1355-60.

18.Stein AE, McGlmpy EA, Johnston WM, Larsen PE. Effects of implant design and surface roughness on crestal bone and soft tissue levels in the esthetic zone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:910-9.

19. Brogini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, et al. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2003;82:232-7.
20. Piattelli A, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Annibali S, Scarano A. Role of the Microgap Between Implant and Abutment: A Retrospective Histologic Evaluation in Monkeys. *Journal of Periodontology* 2003;74:346-52.
21. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Journal of periodontology* 1997;68:1117-30.
22. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *Journal of periodontology* 2000;71:1412-24.
23. Galindo-Moreno P, León-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O'Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin. Oral Impl. Res.* 26, 2015:28-34.
24. Esposito M, Grusovin MG, Tzanetea E, Piattelli A, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: treatment of perimplantitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;16.
25. Armitage, G.C and Xenoudi, P. Post-treatment supportive care for the natural dentition and dental implants. *Periodontology* 2000 2016;71:164-84.
26. Shea BJ, Hamel C, Wells GA, Bouter LM, Kristjansson E, Grimshaw J. AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *Journal of clinical epidemiology* 2009;62:1013-20.
27. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M. The Newcastle - Scale for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 2000;7.
28. Higgins JP, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928.
29. Araújo MM, Martins CC, Costa LCM, Cota LOM, Faria RLAM, Cunha FA, Costa FO. Association between depression and periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2016;43:216–28.

30. Al Amri, M. D., Al-Johany, S. S., Al Baker, A. M., Al Rifaiy, M. Q., Abduljabbar, T. S., Al-Kheraif, A. A. Soft tissue changes and crestal bone loss around platform-switched implants placed at crestal and subcrestal levels: 36-month results from a prospective split-mouth clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res.* 2016;1-6.
31. de Siqueira RA, Fontão FN, Sartori IA, Santos PG, Bernardes SR, Tiozzi R. Effect of different implant placement depths on crestal bone levels and soft tissue behavior: a randomized clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res.* 0. 2016: 1–7.
32. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED, Wang HL. Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *Journal of Periodontology* 2011; 82:1112-20.
33. Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Oltra D, GomarVercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M. Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016;21:103-10.
34. Cassetta, M., Di Mambro, A., Giansanti, M., Brandetti, G., Calasso, S. A 36-month follow-up prospective cohort study on peri-implant bone loss of Morse Taper connection implants with platform switching. *Journal of Oral Science.* 2016; 58: 49–57.
35. Cassetta, M., Driver, A., Brandetti, G., Calasso, S. Peri-implant bone loss around platform-switched Morse taper connection implants: a prospective 60-month follow-up study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2016; 45:1577-85.
36. Nagarajan B, Murthy V, Livingstone D, Surendra MP, Srinivasan J. Evaluation of crestal bone loss around implants placed at equicrestal and subcrestal levels before loading: A prospective clinical study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2015; 9:47-50.
37. Alomrani AN, Hermann JS, Jones AA, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. 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;20:677-86.
38. Schwarz F, Herten M, Bieling K, Becker J. Crestal bone changes at nonsubmerged implants (Camlog) with different machined collar lengths: a histomorphometric pilot study in dogs. *The International Journal of Oral & Maxillofacial implants* 2008;23:335-42.

39. Hänggi MP, Hänggi DC, Schoolfield JD, Meyer J, Cochran DL, Hermann JS. Crestal bone changes around titanium implants. Part I: A retrospective radiographic evaluation in humans comparing two non-submerged implant designs with different machined collar lengths. *Journal of Periodontology* 2005;76:791-802.
40. Hartman GA, Cochran DL. Initial implant position determines the magnitude of crestal bone remodeling. *J Periodontology*. 2004;75:572-7.
41. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clinical oral implants research* 1990;1:33-40.
42. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clinical Oral Impl Res*. 1995;6:24-30.
43. Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants subjected to static load. A study in the dog. *Clinical Oral Impl Res*. 2001;12:1-8.
44. Barros RR, Novaes AB, 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*. 2010;21:371-8.
45. Degidi M, Perrotti V, Shibli JA, Novaes AB, Piattelli A, Iezzi G. Equicrestal and subcrestal dental implants: A histologic and histomorphometric evaluation of nine retrieved human implants. *Journal of Periodontology* 2011;82:708-15.
46. Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: a 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol*. 2010;81:428-34.
47. Aimetti M, Ferrarotti F, Mariani GM, Ghelardoni C, Romano F. Soft tissue and crestal bone changes around implants with platform-switched abutments placed nonsubmerged at subcrestal position: a 2-year clinical and radiographic evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015; 30:1369-77.
48. Welander, M., Abrahamsson, I. and Berglundh, T. Subcrestal placement of two-part implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2009;20:226-31.

49. Weng D, Nagata MJ, Bell M, Bosco AF, de Melo LG, Richter EJ. Influence of microgap location and configuration on the periimplant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs. Clin Oral Implants Res. 2008;19:1141-7.

50. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, Nonhoff J. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. J Biomed Mater Res A. 2014;102:552-74.

TABLES

Table 1. Characteristics of included studies.

Author/Year	Study design	Patients (n)	Implants (n)	Location		Prosthesis	Loading Time	Dental Implant System	Connection Type	Surface treatment	Follow-up	Healing	Marginal Bone Loss	Marginal Bone Loss
				Crestal	Subcrestal								in mm (Crestal)	in mm (Subcrestal)
Al Sanci et al. (2016)	Prospective	33	46 (23 crestal/23 subcrestal)	Posterior Mandible		Stress relieved	3-4 months	Strucuture	Internal-conical/regular conical connection	Sandblasted and acid etched (SLA)	36 months	At the time of placement	6 mo 0.63 ± 0.1 18 mo 0.25 ± 0.1 36 mo 0.45 ± 0.2	6 mo 0 18 mo 0.2 ± 0.1 36 mo 0.3 ± 0.2
M Casetta, Di Marzio, et al. (2016)	Prospective cohort study	350	576 (132 crestal/444 subcrestal)	212 Maxilla / 294 Mandible	90 Anterior / 486 Posterior	Convent occlusal	7 months	Impladent	Morse Taper connection	Sandblasted and acid etched (SLA)	36 months	Implant-abutment connection and prosthesis loading	36mo 0.2 ± 0.94	36 mo 0.68 ± 1.38
M Casetta, Divere, et al. (2016)	Prospective cohort study	270	542 (114 crestal/428 subcrestal)	270 Maxilla / 272 Mandible	86 Anterior / 456 Posterior	Convent occlusal	2 months	Impladent	Morse Taper connection	Sandblasted and acid etched (SLA)	60 months	Implant-abutment connection and prosthesis loading	60 mo 0.64 ± 1.05	60 mo 0.74 ± 1.38
De Siqueira et al. (2016)	Randomized clinical trial	11	55 (28 crestal/27 subcrestal)	Anterior Mandible		Mandibular hybrid prosthesis	Immediate Loading	Nobelium	ConoMorse	Sandblasted and acid etched (SLA)	8 months	At the time of placement	4 mo 0.85 ± 0.55 8 mo 1.05 ± 0.60	4 mo 0.50 ± 0.35 8 mo 0.66 ± 0.38
Kumar, et al. (2015)	Randomized clinical trial	28	56 (28 crestal/28 subcrestal)	13 Maxilla / 23 Mandible		Convent occlusal	7 months	Autis Tech	Conical seal design	Quartz/glass fiber/oxide modified nanoceramics	36 months	Esthetic loading	3 mo 0.06 ± 0.21 6 mo 0.15 ± 0.37 12 mo 0.37 ± 0.36 36 mo 0.56 ± 0.35	3 mo 0.43 ± 0.30 6 mo 0.68 ± 0.30 12 mo 0.87 ± 0.51 36 mo 1.21 ± 1.05
Kob et al. (2011)	Randomized pilot study	20	20 (10 crestal/10 subcrestal)	Crestal: 7 Anterior / 3 Premolar	Subcrestal: 7 Anterior / 3 Premolar	Convent occlusal (2)Sesamoid occlusal (18)	6 months	Hiolitionum	Internal tapering	NR	12 months	Esthetic loading	4 mo 1.6±0.3	4 mo 1.4±0.3
Nagarajan et al. (2015)	Prospective clinical controlled trial	24	24 (12 crestal/12 subcrestal)	Mandible		NR	6 months	ADIN	Hexagonal internal conical connection	NR	6 months	24 weeks	6 mo 1.21±1.04	6 mo 0.40±0.4
Pellicer-Chavez et al. (2016)	Prospective	33	23 (10 crestal/13 subcrestal)	13 Maxilla / 10 Mandible	1 Anterior / 7 Posterior / 15 Molar	Stress relieved	8-10 weeks Maxilla/ 6-8 weeks Mandible	Moro-Grau Index®	Internal conical connection	RHM® (Retrocurved Blast Media)	12 months	At the time of placement	12 mo 0.66 ± 1.11	12 mo 1.22 ± 1.06

Table 1. Characteristics of included studies (continuation).

Dropouts	Survival /success rate (%)	Implant failures	Success criteria according to	Soft tissue			
				Crestal		Subcrestal	
				RoP (%)	PD	RoP (%)	PD
0	100%	0	Not describe	2.1 ± 0.2	1.2 ± 0.1 (% PD > 4 mm)	1.0 ± 0.08	0.7 ± 0.06(% PD > 4 mm)
0	95.5% / NR	34 (6 early failures/ 28 late failures)	Not describe	NR	NR	NR	NR
0	94.1% / 93%	34 (6 early failures/ 28 late failures)	Ruser et al. 1990	NR	NR	NR	NR
NR	100% / NR	0	Not describe	< 20%	2.4 mm	<20%	2.3 mm
27	100% / NR	0	Albrektsson et al. 1986	46.4	1.78 ± 0.96 mm	53.6	1.78 ± 0.79 mm
3	95.8%/95.8%	1	Not describe	NR	NR	NR	NR
NR	NR	NR	Not describe	NR	NR	NR	NR
2	NR / 100%	0	Ruser et al. 1990	NR	NR	NR	NR

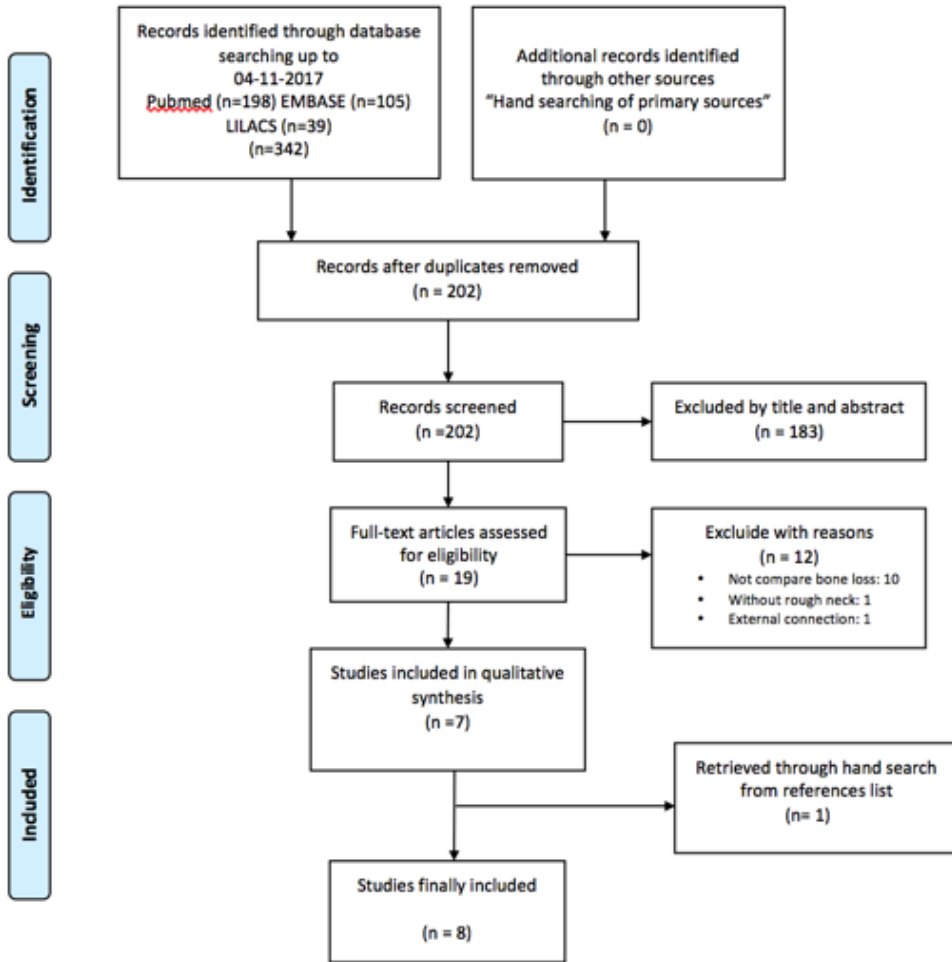
**Table 2.** Articles excluded with reasons in the present systematic review.

<b>Author/year</b>	<b>Reasons</b>
Aimetti et al. (2015)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Astrand et al. (1996, 2002)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Bergkvist et al. (2004)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Bhardwaj et al. (2016)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Brägger et al. (1998)	Out of topic
Broggini et al. (2006)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Ercoli et al. (2017)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Koutouzis et al. (2014)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Romanos et al. (2015)	Polished neck implants
Stein et al. (2009)	Does not compare bone loss of implants in crestal vs. subcrestal position
Veis et al. (2010)	External connection

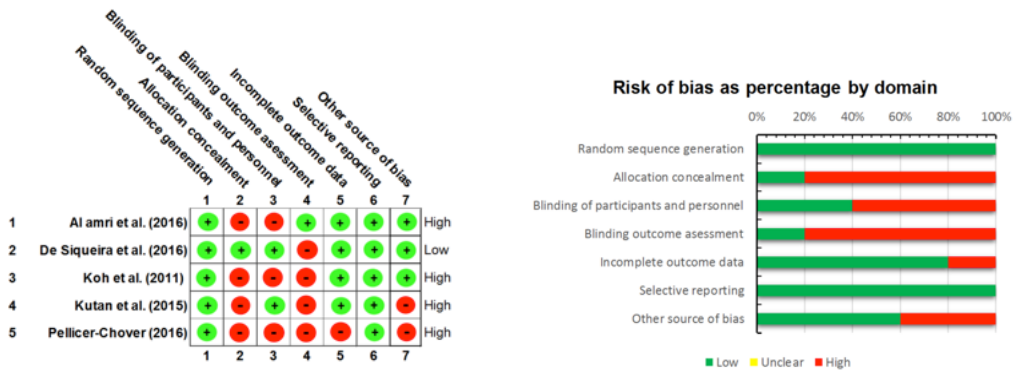


FIGURE

Figure 1. PRISMA flowchart of searching and selection process of titles during systematic review.



**Figure 2.** Summary of the risk of bias on the trial studies included in the systematic review according to the Cochrane Collaboration’s Tool. Low risk of bias (green); high risk of bias (red).



**Figure 3.** Summary of the risk of bias of the cohort studies included in the systematic review according to the NOS.

Newcastle-Ottawa Scale for Cohort studies			
	Cassetta et al. (2016a)	Cassetta et al. (2016b)	Nagarajan et al. 2015
<b>Selection</b>			
1) Representativeness of the exposed cohort			
a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *			
b) somewhat representative of the average _____ in the community *	b*	b*	b*
c) selected group of users eg nurses, volunteers			
d) no description of the derivation of the cohort			
2) Selection of the non exposed cohort			
a) drawn from the same community as the exposed cohort *			
b) drawn from a different source			
c) no description of the derivation of the non exposed cohort	c	c	c
3) Ascertainment of exposure			
a) secure record (eg surgical records) *	a*	a*	a*
b) structured interview *			
c) written self report			
d) no description			
4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study			
a) yes *	a*	a*	a*
b) no			
<b>Comparability</b>			
1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis			
a) study controls for _____ (select the most important factor) *	a*	a*	a*
b) study controls for any additional factor * This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)			
<b>Outcome</b>			
1) Assessment of outcome			
a) independent blind assessment *			
b) record linkage *			
c) self report			
d) no description	d	d	d
2) Was follow-up long enough for outcomes to occur			
a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *	a*	a*	
b) no			b
3) Adequacy of follow up of cohorts			
a) complete follow up - all subjects accounted for *			
b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____% (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *	b*		
c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost		c	
d) no statement			d
<b>TOTAL</b>	<b>6/ 9*</b>	<b>5/9*</b>	<b>4/9*</b>



**Soft and hard tissue changes around platform-switched conical connection implants placed using crestal and subcrestal techniques. A 36-months follow-up randomized clinical trial.**

Hilario Pellicer-Chover<sup>1</sup>, Maria Peñarrocha-Diago<sup>2</sup>, Amparo Aloy-Prosper<sup>3</sup>, Luigi Canullo<sup>4</sup>, Miguel Peñarrocha-Diago<sup>5</sup>, David Peñarrocha-Oltra<sup>6</sup>

1. DDS. Collaborating Professor of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.
2. MD, PhD. Associate Professor of Oral Surgery, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.
3. DDS, PhD. Associate Professor of Oral Surgery, Stomatology Department, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain
4. DDS, PhD. Visiting Professor in Oral Surgery and Implantology, Stomatology Department, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain.
5. MD, PhD. Chairman of Oral Surgery and Director of the Master in Oral Surgery and Implant Dentistry, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.
6. DDS, PhD. Assistant Professor, Oral Surgery Unit, Department of Stomatology, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Spain.

**CORRESPONDENCE:**

Dr. David Peñarrocha Oltra

Universidad de Valencia

Clínica Odontológica, Unidad de Cirugía Bucal

Gascó Oliag 1, 46021 - Valencia (Spain)

Telephone: 00+34+96 386 444

E-mail: dpenarrocha@gmail.com

## **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the peri-implant clinical and radiological parameters after crestal and subcrestal dental implant placement at 36 months of follow-up.

**Material and methods:** A randomized clinical trial involving partially edentulous patients in need of an implant-supported, partial fixed dental prosthesis or a single crown was carried out. The patient was randomized according to the implant insertion depth: test implants (implants placed approximately 2 mm below the bone crest) or control implants (implants placed at bone crest level). The patients were evaluated 6, 12, 24 and 36 months after prosthetic loading: a trained examiner recorded the clinical (plaque index, probing depth, modified bleeding index, retraction and width of the peri-implant mucosa, and peri-implant health condition) and radiological parameters (bone remodeling and peri-implant bone loss / exposed rough surface). The treatment success rate after 36 months of follow-up was calculated.

**Results:** The study comprised 128 patients and a total of 265 implants (133 in the control group and 132 in the test group). There were no statistically significant differences in the peri-implant clinical parameters. After three years of follow-up, 53.4% of the crestal implants and 25.8% of the subcrestal implants presented marginal bone loss, with a mean exposed rough surface of  $-0.2\pm 0.3$  mm and  $-0.09\pm 0.1$  mm, respectively. The overall success rate was 99.6%. A single failure was recorded in the crestal implants group. The survival rate was therefore 99.2% in the latter group versus 100% in the subcrestal implants group.

**Conclusions:** Within the limits of the present clinical trial, the crestal and subcrestal implants showed similar clinical outcomes three years after prosthetic loading, though significant differences were observed in terms of the radiological parameters. The subcrestal implants significantly reduced (88%) rough surface exposure compared with the crestal implants.

**Key words:** Crestal, subcrestal, peri-implant soft tissues, peri-implant hard tissues, 36 months follow-up.

## **INTRODUCTION**

The health and esthetics of the soft tissues around implant-supported restorations are crucial for treatment success (1). Exposure of the rough surface of the implant secondary to peri-implant bone loss and subsequent colonization of the surface by bacteria filtering through the peri-implant sulcus create a critical zone that can give rise to peri-implant tissue inflammation leading to mucositis with possible progression to peri-implantitis. In this regard, preserving the bone levels would be essential for maintaining peri-implant health over the long term.

The subcrestal placement of implants has been proposed as a possible strategy for minimizing exposure of the rough surface, since the probability of finding an implant in a subcrestal position in the course of follow-up is greater when the implant has been placed in a subcrestal position from the start (2-4). The implant macro- and micro-design features also play an important role in peri-implant tissue maintenance, particularly when the implant is placed at subcrestal level. These design features include a moderately rough surface (5-8), the presence of platform switching (9,10) and/or conical internal connections (11-13). A recent systematic review and meta-analysis (14) found that implants with platform switching placed at subcrestal level presented less peri-implant bone loss than implants placed at crestal level. Nevertheless, the authors underscored that these results should be interpreted with caution, since the data had been drawn from 14 publications (7 in humans and 7 in animals), of which only one presented a low risk of bias. Furthermore, there was notorious heterogeneity among the studies, due to a lack of standardization of the bone loss measurements, the implant designs involved, and the working protocols used.

Salvi et al. (15) established the clinical parameters to be recorded in routine practice for correctly monitoring the peri-implant tissues and establishing an early diagnosis of peri-implant disease. These parameters included: the presence of bacterial plaque, probing depth, bleeding and suppuration upon probing, keratinized mucosa width, crevicular fluid analysis, evaluation of the bone-implant interface (mobility, pain and resonance frequency analysis) and radiological study. Although consensus has been reached regarding the clinical parameters defining the presence or absence of peri-

implant disease, the precise values (cut-off points) defining the onset of peri-implant disease have not been established to date. In contrast, the evolution of such clinical parameters over time is considered to be a decisive factor for instauration of the disease (16).

The present study was carried out to evaluate the peri-implant clinical parameters (plaque index, probing depth, bleeding on probing, presence of recessions and keratinized mucosa width, and peri-implant radiological parameters) after 36 months of follow-up in crestal and subcrestal implants.

## **MATERIAL AND METHODS**

### ***Study population***

The present clinical trial was carried out in the Oral Surgery Unit of the University of Valencia (Valencia, Spain). The study was made in accordance with the ethical principles of the World Medical Association Declaration of Helsinki, and was approved by the Clinical Research Ethics Committee of the University of Valencia (Ref. H1365580155510).

Power analysis–specific software determined the need for a minimum of 60 patients per group in order to secure a statistical power of 90% in detecting an average effect size ( $f=0.25$ ) in the differences in exposed surface between the crestal and subcrestal groups, assuming a confidence level of 95%, as estimated from a previous study (17). On considering a possible loss rate of 10%, the resulting study sample was calculated to be 70 patients per group. Adults over 21 years of age and in need of an implant-supported, partial, fixed dental prosthesis or a single crown were consecutively enrolled in the study between May 2013 and November 2017. The patients were informed about the possible risks and benefits of participation in the study, and signed the corresponding consent form.

The following inclusion criteria were applied: one or more missing teeth to be replaced with dental implants; sufficient residual bone to not require bone augmentation procedures and allowing the placement of at least one implant measuring 3.75 mm in diameter and 10 mm in length; non-smokers or smokers of < 10 cigarettes a day; plaque



index and bleeding on probing < 25% (18) for the entire oral cavity; healed sockets (type III and IV implants of the classification of Hämmerle et al. (19)); and the signing of informed consent. The following exclusion criteria were established: systemic disease contraindicating surgery; incomplete protocols and/or a lack of follow-up; parafunctional habits; patients receiving chemotherapy or radiotherapy of the head and neck in the 12 months before implant surgery; patients with a history of bisphosphonate therapy; and pregnant or breastfeeding women.

### ***Preoperative procedure and randomization***

Professional supragingival prophylaxis was provided three weeks before surgery; instructions for correct oral hygiene at home were provided; and perioperative antibiotic prophylaxis was started two hours before surgery and was maintained for three days after surgery (amoxicillin 1 g, twice a day via the oral route)(20).

Randomization was made using computer-generated random number tables. A permuted block randomization approach was adopted to prepare the random number tables and avoid imbalances between groups. The patients were randomized to two treatment groups according to the depth of insertion of the implant: test group (implants placed approximately 2 mm below the bone crest) or control group (implants placed at bone crest level). The patients were blinded to treatment assignment; however, due to the nature of the study, blinding of the implanting surgeon was not possible.

### ***Surgical procedure***

All operations were made by an experience surgeon (MPD). Following local anesthesia, a crestal incision was made and full-thickness mucoperiosteal flaps were raised, fully exposing the alveolar bone crest. Ticare® Inhex® implants (Mozo-Grau, S.L., Valladolid, Spain) presenting a neck design with microthreads, a rough surface up to the implant platform, a conical connection and platform switching, were placed in the center of the healed alveolar ridge. Based on random, closed-envelope assignment, the subcrestal and crestal implants were placed approximately 2 mm below the level of the alveolar crest and at the level of the alveolar crest, respectively, applying an insertion

torque of 35 Ncm. The flaps were sutured, and all implants were treated following a two-step procedure. Postoperative digital intraoral radiographs were taken.

### ***Postoperative care and follow-up***

Postoperative medication included ibuprofen 600 mg (3 times a day for at least 2 days), and the patients were instructed to use 0.12% chlorhexidine digluconate rinses (Perio Aid®, Laboratorios Dentaïd, S.A., Valencia, Spain) for one minute, twice a day during two weeks. The sutures were removed one week after surgery. Prosthetic loading took place three months after placement of the implants. Ceramometallic prostheses directly screwed onto the implants were drilled in chromium-cobalt in the facilities of the manufacturer (Bio-CAM, Mozo-Grau, S.L., Valladolid, Spain) and subsequently coated with feldspate ceramic. At this point an intraoral digital radiograph was obtained to confirm correct fit of the prosthesis, and the initial the peri-implant clinical parameters were recorded.

The patients were subjected to periodic controls with supragingival cleaning, the checking of occlusion and reinforcement of the home oral hygiene instructions; the study protocol was compiled by a trained examiner. The control visits took place 6, 12, 24 and 36 months after prosthetic loading, with recording of the peri-implant clinical and radiological parameters.

### ***Clinical evaluation***

-Plaque index: this was assessed at four aspects around each implant using the criteria established by Mombelli et al. (21). The mean value of the four points was used for the statistical calculations.

-Probing depth: a millimetered periodontal probe was used, taking three reference points buccal and three lingual / palatine for each implant. The mean value of the 6 probing points was used for the statistical calculations (22).

-Modified bleeding index: bleeding on probing was quantified for each implant using the criteria established by Mombelli et al. (21).

-Suppuration: the presence or absence of suppuration on probing was recorded.

-Retraction of the mucosa: a millimetered periodontal probe was used, recording the apico-coronal location of the peri-implant soft tissue mid-facially as the distance in millimeters from the prosthetic finish line (10).

-Keratinized mucosa width: a millimetered periodontal probe was used, measuring mid-facially from the gingival margin to the mucogingival junction (23).

-Peri-implant health condition was classified as: healthy (absence of clinical signs of soft tissue inflammation), mucositis (presence of reddened, inflamed mucosa, with bleeding on probing and without radiographic bone loss) or peri-implantitis (presence of radiographic bone loss together with occasional suppuration and/or increased probing depth)(24).

### ***Radiological evaluation***

#### *Measurement method*

Radiological evaluation was carried out using an XMIND intraoral system (Groupe Satelec-Pierre Rolland, Bordeaux, France) and an RVG intraoral receptor (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany). In order to replicate the patient alignments, we used a rigid cross-arch bar with bite-registration material. A Rinn XCP rod and ring (Dentsply, Des Plaines, IL, USA) were securely united to the bar, which had a slot to hold the receptor, and placed in contact with the X-ray cone. Peri-implant bone level was measured to the closest 0.1 mm using DBSWIN software (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany). Each image was calibrated using the previously known implant length. The measurements were made by locating two visible and easily locatable reference points at each extreme of the implant platform. A straight line was traced joining the two reference points, and was regarded as representing “zero height”.

#### *Peri-implant bone remodeling*

Bone remodeling could only be found in the implants placed at subcrestal level, and corresponded to the peri-implant bone located coronal to the implant platform; it was calculated in millimeters comparing the radiographs after placement of the implant

versus the radiographs obtained on the successive control visits. In order to determine the bone level, we traced a perpendicular line mesial and distal from “zero height” to the marginal bone crest, rounding to the nearest 0.1 mm, and expressed as positive values.

*Peri-implant bone loss/exposed rough surface*

Bone loss/exposed rough surface was referred to all implants (crestal and subcrestal) presenting peri-implant bone apical to the implant platform and therefore leaving part of the rough surface of the implant without bone cover. The values were calculated in millimeters comparing the radiographs after placement of the implant versus the radiographs obtained on the successive control visits. In order to determine the bone level, we traced a perpendicular line mesial and distal from “zero height” to the marginal bone crest, rounding to the nearest 0.1 mm, and expressed as negative values.

***Implant success***

Implant success was assessed according to the clinical and radiological criteria of Albrektsson and Zarb (25), which include: (i) absence of implant mobility; (ii) absence of peri-implant radiotransparency; (iii) vertical bone loss < 0.2 mm after one year; and (iv) absence of pain, infections, neuropathy and paresthesias.

***Statistical analysis***

We initially evaluated the homogeneity of the crestal and subcrestal groups with respect to the patient parameters and characteristics of the implants, using the Student t-test and Pearson chi-squared test. The evaluation of binary responses over follow-up was based on binary logistic regression analysis using generalized estimation equations, with revision time as intra-implant factor. The Wald chi-squared statistic was used, and odds ratios (ORs) were estimated. Multiple comparisons were corrected according to the Bonferroni criterion.

The study of the probability of bone loss according to the time of the visit and patient group (or type of implant placement) as inter-implant factor was based on a

similar model, with evaluation also of the interaction between them. The choice of an EEG-type method was particularly justified by the hierarchical design of the study, with the patient at a first level and the implant at a second level – with the consequent intra-subject correlation, which needed to be controlled.

We evaluated the changes in absolute bone loss of the crestal implants, of bone loss during remodeling of the subcrestal implants, and in exposed treated implant surface in the overall sample, using EEG-type general linear models. In this latter case, the inter-implant factor was the implant placement group. The effect of other factors upon bone loss, remodeling or exposed surface was evaluated using similar EEG models, with the addition of main effect terms of these factors and interactions with the type of technique used. The significance level used in the analyses was 5% ( $\alpha=0.05$ ).

## **RESULTS**

A total of 150 patients were recruited during the study period. Ten patients failing to meet the inclusion criteria were excluded: four presented insufficient bone with the need for bone augmentation procedures; four smoked more than 10 cigarettes a day; and two had poorly controlled systemic disease. We thus included 140 patients, with the placement of 288 implants. There were 12 dropouts during the follow-up period – these subjects being excluded from the analysis: four reported a change in address and declined to continue participating in the study; and 8 failed to comply with the scheduled follow-up visits. The final sample therefore consisted of 128 patients with the placement of 265 implants (133 randomized to the crestal implant group and 132 to the subcrestal implant group)(Figure 1). The overall implant survival rate was 99.6%. A single failure was recorded in the crestal implants group. The survival rate was therefore 99.2% in the latter group versus 100% in the subcrestal implants group.

### **Peri-implant clinical parameters**

The plaque index was minimal throughout the follow-up period, with no statistically significant differences between the two groups ( $p=0.065$ ). After 36 months of follow-up, the mean probing depth in the crestal and subcrestal implant groups was

2.97±0.90 mm and 3.06±0.88 mm, respectively ( $p=0.322$ ), while the percentage of implants with a probing depth  $\geq 4$  mm was 17.3% in the crestal implants and 19.7% in the subcrestal implants (Table 1). In the crestal and subcrestal implants, the mean percentage of sites that showed bleeding on probing after 36 months of follow-up was 9.1% and 9.2% respectively. Nevertheless, both groups showed a very low bleeding index (mean Mombelli score 0.1±0.4), with no statistically significant differences between them ( $p=0.815$ ) (Table 1).

After 36 months of follow-up, three implants in the crestal group showed retraction, with a mean value of 0.76±0.25 mm (range 0.5 – 1 mm). Retraction of the mucosa was only observed in one implant of the subcrestal group (0.5 mm). The width of keratinized mucosa in the crestal and subcrestal implants after 36 months of follow-up was 3.36±1.92 mm and of 3.55±1.92 mm, respectively (Table 1), with no statistically significant differences between the two groups ( $p=0.674$ ).

Independently of the study group, most of the implants showed evidence of peri-implant health after the 36 months of follow-up. Mucositis was not significantly influenced by the study group involved ( $p=0.985$ ), and no cases of peri-implantitis were recorded (Table 2).

### **Peri-implant radiological evaluation**

With regard to bone remodeling in the subcrestal implant group, at the time of prosthetic loading and after 6 months of follow-up, all the implants were in the remodeling phase, with values of 1.51±0.41 mm and 1.21±0.45 mm, respectively. The first cases of bone loss in the subcrestal implants were observed after 12 months of follow-up; the remaining 92.4% of the implants continued the remodeling phase, with mean values of 1.01±0.45 mm. After 24 months of follow-up, bone remodeling remained active in 80.3% of the implants, while after 36 months of follow-up the percentage was seen to have decreased to 74.2%, with a mean value of 0.89±0.37 mm (Table 3 and Figure 2).

With regard to bone loss, the first measurements in crestal implants were obtained after 6 months of follow-up; 21.8% of the implants presented a mean bone loss of -0.05±0.11 mm. After 36 months of follow-up, the mean bone loss was seen to

increase to  $-0.29 \pm 0.35$  mm in 53.4% of the implants. In the subcrestal implants, the first measurements of bone loss were obtained after 12 months of follow-up; 7.6% of the implants presented a mean bone loss of  $-0.02 \pm 0.06$  mm. After 36 months of follow-up, 25.8% of the subcrestal implants presented a mean bone loss of  $-0.09 \pm 0.18$  mm (Table 4 and Figure 3).

An evaluation was made of the prognostic utility of initial bone level and final bone loss (Table 5). Bone loss was first recorded after 6 months of follow-up, and affected 21.8% of the crestal implants ( $= 0$  mm); in contrast, the subcrestal implants ( $\geq 1.5$  mm) showed no signs of marginal bone loss. The situation changed after 12 months of follow-up: both groups presented bone loss independently of the initial bone level. Nevertheless, in the course of follow-up, bone loss was not homogeneous in both groups; the risk of bone loss was found to be 88% less in the case of the subcrestal implants (OR=0.12;  $p < 0.001$ ).

### **Relationship between the peri-implant clinical and radiological parameters**

With regard to bleeding, only 24 cases of bleeding were recorded in the overall study sample after 36 months of follow-up. The analysis was therefore restricted to that timepoint. No relationship was found between the exposed rough surface and bleeding upon probing in either study group – though a certain statistical trend was noted ( $p = 0.135$ ). In the crestal implants, exposure of the rough surface was found to be more clearly associated to bleeding than in the subcrestal implants.

With regard to keratinized mucosa width and its association to peri-implant bone level, the mean values recorded at the time of fitting of the prosthesis were very similar, and suggested a lack of correlation between the two variables ( $p = 0.889$ ). In contrast, after 36 months of follow-up, the situation appeared more heterogeneous, with lesser bone remodeling in the zones of greater keratinized mucosa width - though statistical significance was not reached ( $p = 0.085$ )(Figure 4).

## **DISCUSSION**

The present clinical trial was carried out to evaluate the changes in peri-implant soft and hard tissues around platform-switched conical connection implants placed using crestal and subcrestal techniques, after 36 months of follow-up. The results showed no statistically significant associations between the peri-implant clinical parameters and the apico-coronal position of the implant with respect to the bone crest. In contrast, less peri-implant bone loss was observed in the subcrestal implants versus the crestal implants.

After 36 months of follow-up, the mean plaque index was minimum in both groups ( $0.56 \pm 0.85$  in the crestal implants and  $0.47 \pm 0.81$  in the subcrestal implants), with Mombelli scores of 0 and 1 in over 87% of the cases, independently of the study group. These results are similar to those published by other authors (10,23,26-29). The low values recorded in our study could be attributed to the patient selection criteria used (inclusion of patients with plaque index  $< 25\%$ ) and to the strict scheduled maintenance protocol during follow-up.

Many studies have reported different probing depths in the diagnosis of healthy peri-implant tissues:  $1.1 \pm 0.6$  mm (30); 1.38 mm (range 0.83-2.83 mm) (31);  $3.7 \pm 0.8$  mm (32);  $3.8 \pm 0.8$  mm (33). In the present study the probing depth was  $2.97 \pm 0.90$  mm in the crestal implants and  $3.06 \pm 0.88$  mm in subcrestal implants. Both of these values are consistent with healthy peri-implant tissues. Boynuegri et al. (26) reported a probing depth of  $2.04 \pm 0.09$  mm in crestal implants, while the subcrestal implants presented a probing depth of  $2.17 \pm 0.11$  mm. It must be noted that these authors used polished neck implants; their findings therefore cannot be directly compared with our own data. Other investigators (28,29), using implants with a design similar to our own, have documented probing depths of 1.00-1.78 mm in crestal implants and 1.78-2.30 mm in subcrestal implants. Al Amri et al. (3) only reported the percentage of implants with probing depths of  $> 4$  mm, and found a depth of  $> 4$  mm in 1.2% and 0.7% of the crestal and subcrestal implants, respectively. These results do not coincide with our own findings (probing depth of  $> 4$  mm in 17.3% and 19.7% of the crestal and subcrestal implants, respectively).



Bleeding of the peri-implant sulcus upon probing is a clear indicator of peri-implant inflammation, and the affected peri-implant tissue rates range from 38.5% to as high as 100% (30,32). Based on the modified gingival index of Mombelli (range 0-3), after 36 months of follow-up 9% of the crestal implants presented bleeding on probing (mean score  $0.1\pm 0.4$ ) versus 9.1% of the subcrestal implants (mean score  $0.1\pm 0.4$ ). We have found 6 studies in the literature (3,10,23,26,28,29) that assessed bleeding on probing, comparing crestal and subcrestal implants. Three studies (10,23,26) obtained Mombelli scores of 0.10-0.29 in crestal implants and 0.20-0.30 in subcrestal implants. Al Amri et al. (3) in turn observed the presence of bleeding in 2.1% and 1.0% of the crestal and subcrestal implants, respectively. Siqueira et al. (29) recorded values of under 20% after 8 months of follow-up in both crestal and subcrestal implants, while in contrast Kütan et al. (28) described greater percentage bleeding in subcrestal implants (53.6%) versus crestal implants (46.4%).

The observed mucosal retraction was minimum independently of the study group involved. After 36 months of follow-up we only observed retraction in four implants (3 crestal implants and a single subcrestal implant), with a mean value of  $0.7\pm 0.2$  mm. These results are consistent with those of other studies (10,29). Aimetti et al. (10) only recorded retraction of the mucosa in two implants ( $< 1$  mm), in the same way as Siqueira et al. (29), who documented peri-implant mucosal retractions of 0.30 mm and 0.60 mm in crestal and subcrestal implants, respectively.

A systematic review published by Lin et al. (34) suggests that the presence of a keratinized mucosa width of at least 1-2 mm is beneficial in reducing plaque accumulation, bleeding and the presence of mucosal retraction. In our series, the width of keratinized mucosa in the crestal and subcrestal implants after 36 months of follow-up was  $3.36\pm 1.92$  mm and  $3.55\pm 1.92$  mm respectively, with no statistically significant differences between the two groups. Two publications (23,29) used the same measuring method (i.e., distance from the gingival margin to the mucogingival line). Koh et al. (23) recorded values slightly higher than in our study ( $4.4\pm 0.3$  mm in crestal implants and  $5.0\pm 0.3$  mm in subcrestal implants). These results could be explained by the anterior position or premolar region in which the implants were placed – these being sectors associated with a greater keratinized mucosa width.

In the course of follow-up, a high percentage of both the crestal implants (91%) and the subcrestal implants (90.9%) showed no peri-implant disease and were therefore classified as healthy implants. In contrast, 12 crestal implants (9%) and 12 subcrestal implants (9.1%) presented mucositis after 36 months of follow-up, with an increase in the variables probing depth ( $3.5\pm 1.1$  mm in crestal implants and  $3.3\pm 1.2$  mm in subcrestal implants), bleeding on probing ( $1.1\pm 0.7$  in crestal implants and  $1.4\pm 0.6$  in subcrestal implants) and plaque index ( $1.1\pm 0.7$  in crestal implants and  $1.3\pm 0.8$  in subcrestal implants) versus the overall mean.

The results obtained in the present study reflect minimum bone loss independently of the implant placement technique used. After 36 months of follow-up, the crestal and subcrestal implants showed peri-implant bone loss values of  $-0.29\pm 0.35$  mm and  $-0.09\pm 0.18$  mm, respectively. Although comparison of the results is complicated due to the heterogeneity of study designs, measurement methodologies, implant designs and follow-up times involved, our findings are particularly low compared with those of other publications (17,23,28,35,36). It should be mentioned that a range of factors may have influenced results, including the use of rough neck implants with microthreads (37), conical internal connections (38) and platform switching (39).

Other factors that could have contributed to preservation of the tissues are the strict maintenance protocols and periodic checks to which our patients were subjected. Under conditions of peri-implant health, Huang et al. (6) found subcrestal implants to have a positive impact upon crestal bone preservation around the implant neck. However, years later the same research group (40) observed that in the presence of disease, the subcrestal implants presented greater peri-implant bone defects than when the implants were placed at crestal level.

The rough surface of the implant is designed to be surrounded by alveolar bone. During the manufacturing process, the implant is subjected to physical and chemical treatments that afford surface roughness ( $1-2\ \mu\text{m}$ ). This design results in a greater bone-implant contact surface area, and obliges the cells to adopt a more osteoblastic phenotype. In this regard, Aas et al. (41) found over 700 bacterial species to occupy ecological niches within the oral cavity. The size of these bacteria ranges between  $1-3.5\ \mu\text{m}$  in length and  $0.5-0.8\ \mu\text{m}$  in width; consequently, the exposed rough surface of an

implant (i.e., without bone covering) could offer a microenvironment favorable to bacterial contamination secondary to filtration through the peri-implant sulcus.

In implants placed a crestal level, initial bone remodeling immediately results in exposure of the rough surface of the implant. This does not happen when the implants are placed at subcrestal level, since the bone starting point is located above the implant platform, and the rough surface is housed within the peri-implant defect created by drilling. As a result, bone remodeling does not necessarily imply exposure of the rough surface of the implant in these cases.

It is difficult to compare our results with those of other studies, since only one article to date (2) has analyzed the exposed implant rough surface, and the study was moreover published by our research group. After 12 months of follow-up, the authors recorded a bone loss of 0.06 mm in crestal implants and 1.22 mm in subcrestal implants. However, on analyzing the exposed rough surface, the subcrestal implants showed lower values (0.57 mm) than the crestal implants (1.13 mm). Since the exposed implant surfaces could lead to peri-implant health complications, the authors suggested that subcrestal placement is to be preferred. Ercoli et al. (4) subsequently confirmed these observations, since the probability of finding an implant in a subcrestal position in the course of follow-up was seen to be greater when the implant was initially placed at subcrestal level. In the present study, the mean bone level in the subcrestal implants group was seen to maintain a more coronal position in relation to the implant platform after 12 months ( $1.01\pm 0.45$  mm), 24 months ( $0.94\pm 0.40$  mm) and 36 months ( $0.89\pm 0.37$  mm). Therefore, although evident bone remodeling occurred, the platform remained within bone throughout the study period. In this context, the placement of implants at subcrestal level could prolong the bone remodeling time and in sum delay exposure of the treated implant surface to the oral cavity.

Our study has a number of limitations. A first limitation is the fact that although the periapical radiographs were obtained based on a strict protocol with parallelizers and silicone indices to guarantee reproducibility of the recordings over the successive follow-up visits, intrinsic limitations of the technique precluded the evaluation of bone levels at the buccal and lingual surfaces of the implants. This fact limits the conclusions of the study to the interdental bone levels, and only allows us to speculate about the possible vestibular and lingual bone behavior. A second limitation is related to the

difficulty of accessing the peri-implant sulcus in crowns with more pronounced emergence profiles, which can alter the probing depth recordings. A third limitation refers to the short duration of implant follow-up. In this respect, additional clinical studies involving longer follow-up times are needed in order to better understand the influence of the position of the implant at insertion (crestal or subcrestal) upon the behaviour of peri-implant bone, and to analyze the effect which rough implant surface exposure may have upon peri-implant health over the long term.

## **CONCLUSIONS**

Within the limits of the present clinical trial, the crestal and subcrestal implants showed similar clinical outcomes three years after prosthetic loading. The subcrestal implants significantly reduced (88%) rough surface exposure compared with the crestal implants.

## **Acknowledgements**

The authors are indebted to Mr. Juan Luis Gómez-Martínez for the statistical study, and to Ms. Débora Gómez-Palomares for editing and language suggestions.

## **Conflicts of interest**

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## REFERENCES

1. Gu YX, Shi JY, Zhuang LF, Qiao SC, Xu YY, Lai HC: Esthetic outcome and alterations of soft tissue around single implant crowns: a 2-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 1:1, 2014
2. Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M: Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 21:e103, 2016
3. Al Amri MD, Al-Johany SS, Al Baker AM, Al Rifaiy MQ, Abduljabbar TS, Al-Kheraif AA: Soft tissue changes and crestal bone loss around platform-switched implants placed at crestal and subcrestal levels: 36-month results from a prospective split-mouth clinical trial. *Clin. Oral Impl. Res* 00:1, 2016
4. Ercoli C, Jammal G, Buyers M, Tsigarida AA, Chochlidakis KM, Feng C, Caton J: Influence of Apico-Coronal Implant Placement on Post-Surgical Crestal Bone Loss in Humans. *J Periodontol* 88:762, 2017
5. 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 Impl. Res* 21:371, 2010
6. 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* 83:1164, 2012
7. Fetner M, Fetner A, Koutouzis T, Clozza E, Tovar N, Sarendranath A, Coelho PG, Neiva K, Janal MN, Neiva R: The Effects of Subcrestal Implant Placement on Crestal Bone Levels and Bone-to-Abutment Contact: A Microcomputed Tomographic and Histologic Study in Dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 30:1068, 2015
8. Val JE, Gómez-Moreno G, Ruiz-Linares M, Prados-Frutos JC, Gehrke SA, Calvo-Guirado JL: Effects of Surface Treatment Modification and Implant Design in Implants Placed Crestal and Subcrestally Applying Delayed Loading Protocol. *J Craniofac Surg* 28:552, 2017

9. Jung UW, Choi JY, Kim CS, Cho KS, Chai JK, Kim CK, Choi SH: Evaluation of mandibular posterior single implants with two different surfaces: a 5-year comparative study. *J Periodontol* 79:1857, 2008
10. Aimetti M, Ferrarotti F, Mariani GM, Ghelardoni C, Romano F: Soft tissue and crestal bone changes around implants with platform-switched abutments placed nonsubmerged at subcrestal position: a 2-year clinical and radiographic evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 30:1369, 2015
11. Weng D, Nagata MJ, Bell M, de Melo LG, Bosco AF: Influence of microgap location and configuration on peri-implant bone morphology in nonsubmerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 25:540, 2010
12. Weng D, Nagata MJ, Leite CM, de Melo LG, Bosco AF: Influence of microgap location and configuration on radiographic bone loss in nonsubmerged implants: an experimental study in dogs. *Int J Prosthodont* 24:445, 2011
13. Negri B, Calvo-Guirado JL, Ramírez-Fernández MP, Maté Sánchez-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* 23:236, 2012
14. Valles C, Rodríguez-Ciurana X, Clementini M, Baglivo M, Paniagua B, Nart J: Influence of subcrestal implant placement compared with equicrestal position on the peri-implant hard and soft tissues around platform-switched implants: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 8, 2018
15. Salvi GE, Aglietta M, Eick S, Sculean A, Lang NP, Ramseier CA: Reversibility of experimental peri-implant mucositis compared with experimental gingivitis in humans. *Clin Oral Implants Res* 23:182, 2012
16. Algraft H, Borumandi F, Cascarini L: Peri-implantitis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 50:689, 2012
17. 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* 22:1303, 2011
18. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE: The plaque control record. *J Periodontol* 43:38, 1972

- 19.Hämmerle CHF, Chen ST, Wilson TG: Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19:26, 2004
- 20.Buser D, Halbritter S, Hart C, Bornstein MM, Grütter L, Chappuis V, Belser UC: Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. *J Periodontol* 80:152, 2009
- 21.Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E Jr, Land NP: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 2:145, 1987
- 22.Giannopoulou C, Bernard JP, Buser D, Carrel A, Belser UC: Effect of intracrevicular restoration margins on peri-implant health: clinical, biochemical, and microbiologic findings around esthetic implants up to 9 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18:173, 2003
- 23.Koh RU, Oh TJ, Rudek I, Neiva GF, Misch CE, Rothman ED, Wang HL: Hard and soft tissue changes after crestal and subcrestal immediate implant placement. *J Periodontol* 82:1112, 2011
- 24.Sanz M, Chapple IL; Working Group 4 of the VIII European Workshop on Periodontology: Clinical research on peri-implant diseases: consensus report of Working Group 4. *J Clin Periodontol* 39:202, 2012
- 25.Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1:11, 1986
- 26.Boynueğri AD, Yalim M, Nemli SK, Ergüder BI, Gökalp P: Effect of different localizations of microgap on clinical parameters and inflammatory cytokines in peri-implant crevicular fluid: a prospective comparative study. *Clin Oral Investig* 16:353, 2012
- 27.Lombardo G, Corrocher G, Pighi J, Faccioni F, Rovera A, Marincola M, Nocini PF: The impact of subcrestal placement on short locking-taper implants placed in posterior maxilla and mandible: a retrospective evaluation on hard and soft tissues stability after 2 years of loading. *Minerva Stomatol* 63:391, 2014

- 28.Kütan E, Bolukbasi N, Yildirim-Ondur E, Ozdemir T: Clinical and Radiographic Evaluation of Marginal Bone Changes around Platform-Switching Implants Placed in Crestal or Subcrestal Positions: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 17:e364, 2015
- 29.de Siqueira RAC, Fontão FNGK, Sartori IAM, Santos PGF, Bernardes SR, Tioosi R: Effect of different implant placement depths on crestal bone levels and soft tissue behavior: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 28:1227, 2017
- 30.Casado PL, Otazu IB, Balduino A, de Mello W, Barboza EP, Duarte ME: Identification of periodontal pathogens in healthy periimplant sites. *Implant Dent* 20:226, 2011
- 31.Yamalík N, Günday S, Kilinc K, Karabulut E, Berker E, Tözüm TF: Analysis of cathepsin-K levels in biologic fluids from healthy or diseased natural teeth and dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26:991, 2011
- 32.Duarte PM, de Mendonça AC, Máximo MB, Santos VR, Bastos MF, Nociti FH: Effect of anti-infective mechanical therapy on clinical parameters and cytokine levels in human peri-implant diseases. *J Periodontol* 80:234, 2009
- 33.Máximo MB, de Mendonça AC, Renata Santos V, Figueiredo LC, Feres M, Duarte PM: Short-term clinical and microbiological evaluations of peri-implant diseases before and after mechanical anti-infective therapies. *Clin Oral Implants Res* 20:99, 2009
- 34.Lin GH, Chan HL, Wang HL: The significance of keratinized mucosa on implant health: a systematic review. *J Periodontol* 84:1755, 2013
- 35.Veis A, Parissis N, Tsirlis A, Papadeli C, Marinis G, Zogakis A: Evaluation of peri-implant marginal bone loss using modified abutment connections at various crestal level placements. *Int J Periodontics Restorative Dent* 30:609, 2010
- 36.Hof M, Pommer B, Zukic N, Vasak C, Lorenzoni M, Zechner W: Influence of prosthetic parameters on peri-implant bone resorption in the first year of loading: a multi-factorial analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 17:e183, 2015
- 37.Aloy-Prósper A, Maestre-Ferrín L, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M: Marginal bone loss in relation to the implant neck surface: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 16:e365, 2011



- 38.Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, Nonhoff J: Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A* 102:552, 2014
- 39.Prosper, L., Redaelli, S., Pasi, M., Zarone, F., Radaelli, G. & Gherlone, E.F: A randomized prospective multicenter trial evaluating the platform-switching technique for the prevention of postrestorative crestal bone loss. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 24:299, 2009
- 40.Huang B, Zhang L, Xu L, Zhu W, Witek L, Tovar N, Coelho PG, Meng H: Effect of implant placement depth on the peri-implant bone defect configurations in ligature-induced peri-implantitis: An experimental study in dogs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 23:e30, 2018
- 41.Aas JA, Paster BJ, Stokes LN, Olsen I, Dewhirst FE: Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol* 43:5721, 2005

TABLES

**Table 1.** Peri-implant clinical parameters according to study group and moment of follow-up.

	Peri-implant probing				Bleeding on probing				Mucosa width			
	Crestal		Subcrestal		Crestal		Subcrestal		Crestal		Subcrestal	
	Mean ± SD	Probing ≥4 mm (%)	Mean ± SD	Probing ≥4 mm (%)	Mean ± SD	Mombelli = 0 (%)	Mean ± SD	Mombelli = 0 (%)	Mean ± SD	Mucosa ≥4 mm (%)	Mean ± SD	Mucosa ≥4 mm (%)
T1	2.2±0.5	0	2.3±0.6	1.5	0	96.2	0	97	4±1.9	53.4	4±1.9	54.5
T2	2.4±0.6	2.3	2.5±0.7	6.8	0	91.7	0.1±0.3	90.9	3.9±1.9	51.1	4±1.9	53.8
T3	2.5±0.7	8.3	2.6±0.7	8.3	0.1±0.3	90.2	0.09±0.3	92.4	3.7±1.8	45.9	3.8±2.0	44.7
T4	2.8±0.8	11.3	2.8±0.8	12.1	0.1±0.3	93.2	0.1±0.3	90.2	3.5±1.8	42.1	3.6±1.8	43.9
T5	2.9±0.9	17.3	3.0±0.8	19.7	0.1±0.4	91	0.1±0.4	90.9	3.3±1.9	42.1	3.5±1.9	43.2

\*p Wald chi-squared statistic in the generalized estimation equations linear model  
 ± SD: standard deviation  
 T1, Prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months

**Table 2.** Peri-implant health condition after 36 months of follow-up.

	%		Probing (mm)		Plaque index		Bleeding		Bone loss	
	Control	Test	Control	Test	Control	Test	Control	Test	Control	Test
Healthy	91	90.9	2.9±0.8	3±0.8	0.5±0.8	0.3±0.7	0	0	0	0
Mucositis	9	9.1	3.5±1.1	3.3±1.2	1.1±0.7	1.3±0.8	1.5±0.6	1.4±0.6	0	0
Peri-implantitis	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

**Table 3.** Percentage of subcrestal implants in the bone remodeling phase and subcrestal millimeters at each of the timepoints during follow-up.

	Subcrestal			p*
	N (%)	Min-Max (Median)	Mean ± SD	
T0	100	1-2.6 (1.9)	1.8±0.2	0.001
T1	100	0.2-2.2 (1.6)	1.5±0.4	
T2	100	0-2.1 (1.2)	1.2±0.4	
T3	92.4	0-2 (1)	1±0.4	
T4	80.3	0-1.9 (0.9)	0.9±0.4	
T5	74.2	0-1.9 (0.9)	0.8±0.3	

\*p Wald chi-squared statistic in the generalized estimation equations linear model  
 ± SD: standard deviation  
 T0, implant placement; T1, prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months

**Table 4.** Percentage of crestal and subcrestal implants presenting bone loss / exposure of the rough surface (in mm) at each of the timepoints during follow-up.

	Crestal			Subcrestal			p*
	N (%)	Min-Max (Median)	Mean ± SD	N (%)	Min-Max (Median)	Mean ± SD	
T0	0	0-0 (0)	0	0	0-0 (0)	0	0.001
T1	0	0-0 (0)	0	0	0-0 (0)	0	
T2	21.8	-0.6-0 (0)	-0.05±0.1	0	0-0 (0)	0	
T3	40.6	-0.7-0 (0)	-0.1±0.1	7.6	-0.3-0 (0)	-0.02±0.06	
T4	48.9	-1.1-0 (0)	-0.2±0.2	19.7	-0.5-0 (0)	-0.05±0.1	
T5	53.4	-1.5-0 (0)	-0.2±0.3	25.8	-0.7-0 (0)	-0.09±0.1	

\*p Wald chi-squared statistic in the generalized estimation equations linear model  
 ± SD: standard deviation  
 T0, placement implant; T1, prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months

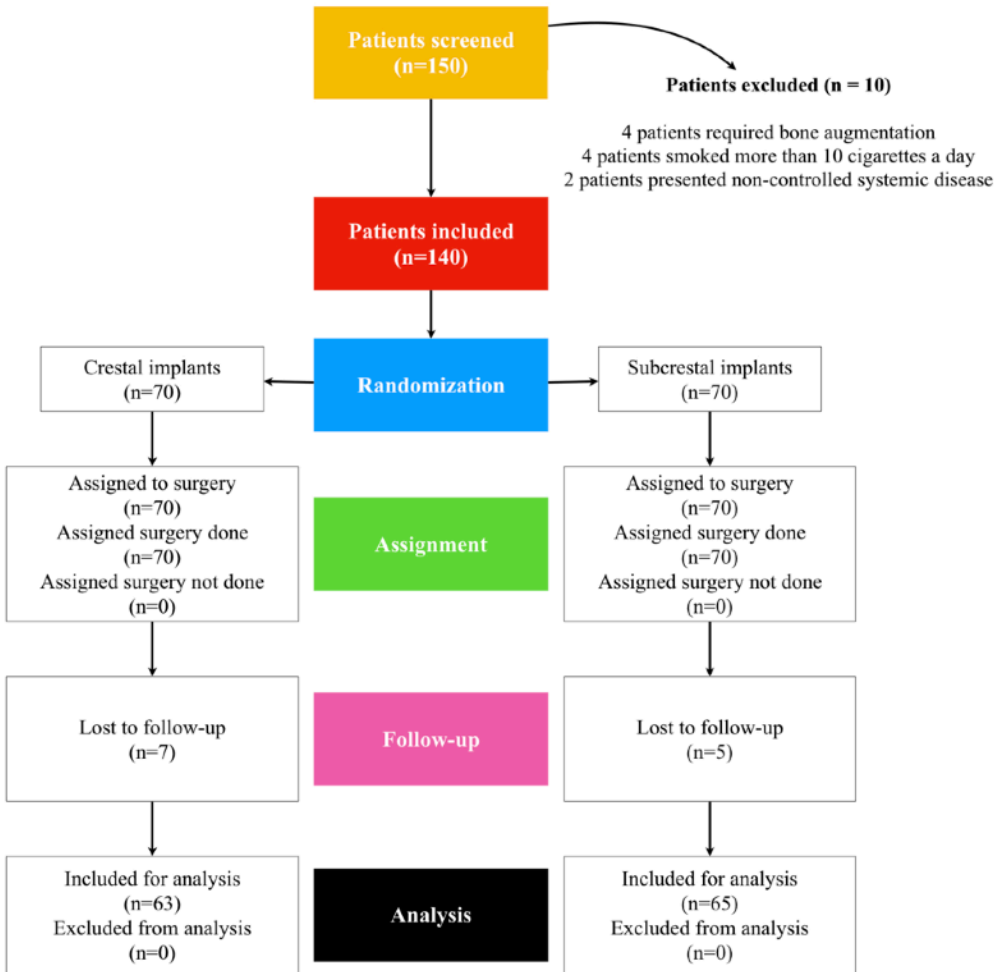
**Table 5.** Peri-implant bone loss (yes/no) according to initial level with respect to the bone crest.

		Platform relation to bone crest								p*
		= 0 mm		≤ 1.5 mm		1.5 – 2 mm		≥ 2 mm		
		N	%	N	%	N	%	N	%	
Bone loss at T0	Yes	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	No	133	100	15	100	74	100	43	100	
Bone loss at T1	Yes	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	No	133	100	15	100	74	100	43	100	
Bone loss at T2	Yes	29	21.8	0	0	0	0	0	0	<0.001
	No	104	78.2	15	100	74	100	43	100	
Bone loss at T3	Yes	54	40.6	3	20	5	6.8	2	4.7	<0.001
	No	79	59.4	12	80	69	93.2	41	95.3	
Bone loss at T4	Yes	65	48.9	3	20	11	14.9	12	27.9	<0.001
	No	68	51.1	12	80	63	85.1	31	72.1	
Bone loss at T5	Yes	71	53.4	4	26.7	15	20.3	15	34.9	<0.001
	No	62	46.6	11	73.3	59	79.7	28	65.1	

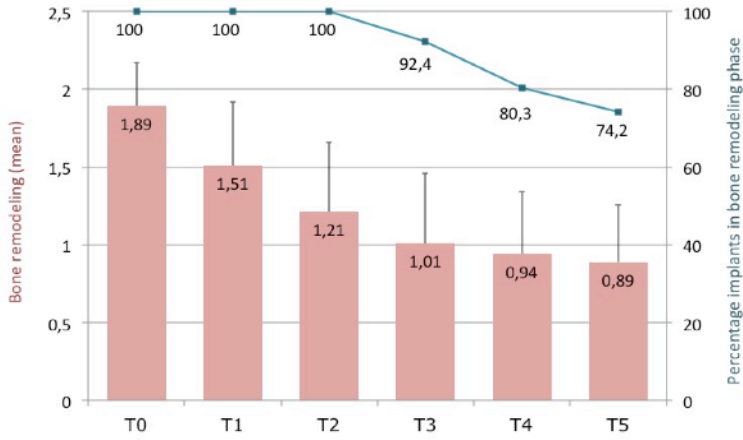
\*p Wald chi-squared statistic in the generalized estimation equations linear model  
T0, placement implant; T1, prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months

FIGURES

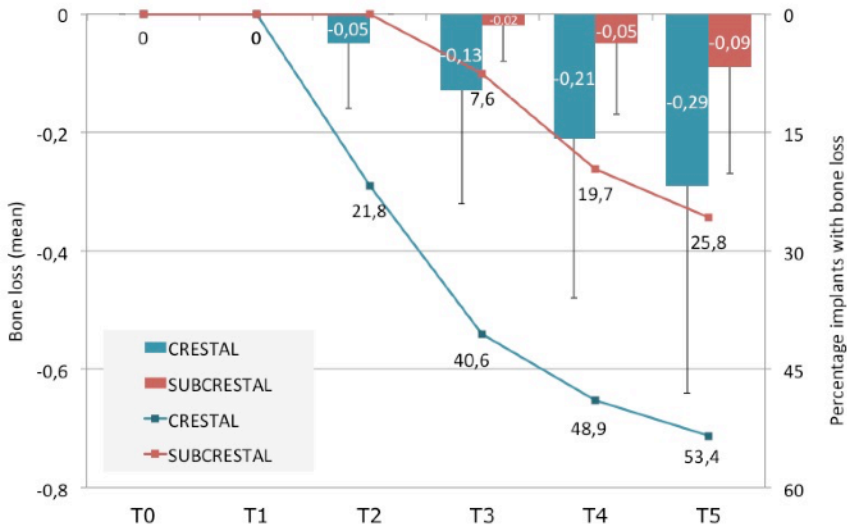
Figure 1. Consort flow chart of enrollment, allocation, and follow-up of implants.



**Figure 2.** Peri-implant bone remodeling. T0, placement implant; T1, prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months.

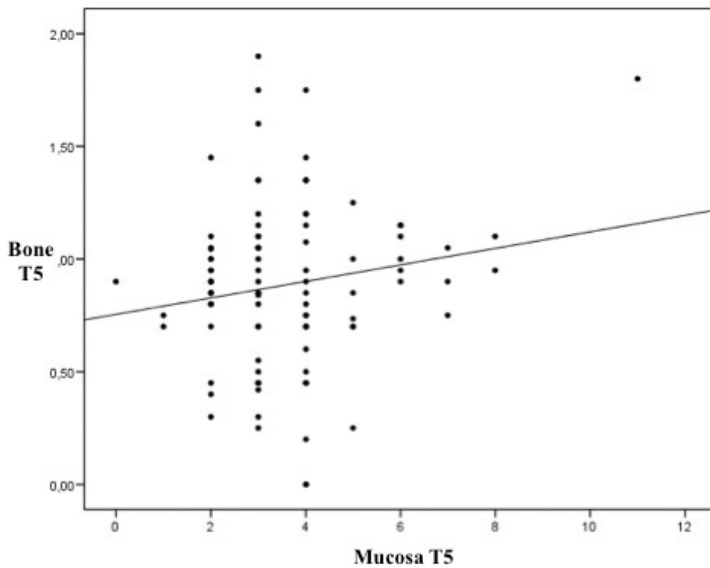


**Figure 3.** Peri-implant bone loss / exposed rough surface. T0, placement implant; T1, prosthesis; T2, 6 months; T3, 12 months; T4, 24 months; T5, 36 months.



.....

**Figure 4.** Dispersion chart relating bone remodeling after 36 months and keratinized mucosa width.



.....

## **11.2. PARTICIPACIÓN A EVENTOS CIENTÍFICOS SOBRE EL TEMA DE TESIS**

### **Conferencia en congresos**

- Autores: Hilario Pellicer Chover
- Título: Colocación crestal y subcrestal de implantes unitarios y ferulizados: Estudio Prospectivo
- Congreso: IX Congreso de Actualización en Implantología
- Lugar de celebración: Madrid
- Año: 2016

### **Comunicación oral en congresos**

- Autores: Hilario Pellicer, David Peñarrocha, Rubén Agustín, María Peñarrocha, Miguel Peñarrocha
- Título: Colocación crestal y subcrestal de implantes ferulizado: estudio clínico aleatorizado y controlado
- Congreso: XIV Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Bucal (SECIB)
- Lugar de celebración: Málaga
- Año: 2016

## **11.3. PREMIOS DE INVESTIGACIÓN OTORGADOS POR ORGANISMOS O INSTITUCIONES CIENTÍFICAS**

- Premio y año: Premio al mejor artículo publicado en Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal. 2016
- Artículo: Impact of crestal and subcrestal implant placement in peri-implant bone: A prospective comparative study.
- Autores: Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Diago M.
- Organismo que concede: Sociedad Española de Cirugía Bucal (SECIB)