

**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ÓSEA A LA COLOCACIÓN
DE IMPLANTES RECTOS VS IMPLANTES ANGULADOS CON
APLICACIÓN DE CARGA INMEDIATA Y DE CARGA
CONVENCIONAL. ESTUDIO EXPERIMENTAL EN PERROS.**



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN
EN MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD**

Autor: Aldo Lucero Sánchez

Director: D. Tesifón Parrón Carreño

Almería, 1 de Diciembre de 2015

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer al profesor D. Tesifón Parrón Carreño por querer dirigir y tutorizar este trabajo de investigación. A él, mi máxima gratitud.

De igual manera, dar las gracias al Prof. José Luis Calvo Guirado, a su grupo de investigación e infraestructura; al Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Murcia y a Medéntika Implant GmbH, que aportó todo el material quirúrgico necesario para llevar a cabo la investigación. Sin ellos, no habría sido posible la realización de este trabajo.

Resumen

Introducción: la inserción de implantes es actualmente una opción de tratamiento rutinaria y exitosa. Sin embargo, a menudo nos encontramos ante reabsorciones severas que nos obligan a recurrir a técnicas de aumento que implican más tiempo de tratamiento, mayor morbilidad y mayores costes. Como alternativa, en los últimos años se han venido colocando implantes en posiciones anguladas en los sectores posteriores a fin de subsanar estos inconvenientes.

Material y métodos: se colocaron un total de 16 implantes en 2 perros que fueron cargados de manera inmediata y mediante un protocolo de carga convencional. Se establecieron 2 grupos de trabajo: el grupo control recibió implantes en posición axial. En el grupo test se colocó un diseño innovador de implantes Medentika, angulados a nivel cervical.

Resultados: se evaluaron histomorfométricamente los cambios producidos en el hueso. Se midieron las variables BIC total, bucal y lingual a fin de evaluar la respuesta ósea. Los valores máximos de BIC total y lingual se obtuvieron para implantes angulados cargados de manera inmediata. Igualmente, se midió la reabsorción ósea periimplantaria, siendo esta mayor en el grupo de implantes angulados con carga inmediata. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los casos.

Conclusiones: rehabilitar arcadas edéntulas mediante la colocación de implantes angulados en los sectores posteriores proporciona buenas tasas de éxito a largo plazo y es una alternativa de tratamiento viable.

Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Insuficiente disponibilidad ósea.....	1
1.2. Inserción angulada de los implantes.....	3
1.3. Carga inmediata.....	5
1.4. Reabsorción ósea periimplantaria.....	6
1.5. Justificación.....	8
2. Hipótesis de trabajo.....	9
3. Objetivos.....	10
4. Material y métodos.....	11
4.1. Diseño experimental.....	11
4.2. Procedimiento quirúrgico.....	13
4.2.1. Fase 1.....	13
4.2.2. Fase 2.....	15
4.2.3. Fase 3.....	21
4.3. Análisis estadístico.....	22
5. Resultados.....	23
6. Discusión.....	29
7. Conclusiones.....	36
8. Bibliografía.....	37

1. Introducción.

La prótesis fija implanto-soportada representa actualmente una alternativa de tratamiento exitosa en las arcadas edéntulas (Van Steenberghe 1989; Block y Winder 1991; Krekmanov *et al.* 2000). En los sectores anteriores de las arcadas edéntulas suele existir suficiente hueso alveolar, sin embargo, los sectores posteriores a menudo presentan serias reabsorciones óseas como consecuencia de la ausencia de dientes, lo que genera un desafío a la hora de la correcta inserción de los implantes (Jaffin y Berman 1991; Del Fabbro *et al.* 2004).

1.1. Insuficiente disponibilidad ósea.

Durante las últimas décadas, diferentes técnicas se han descrito para poder colocar implantes en sectores posteriores con escasa disponibilidad ósea. Sin embargo, estos procedimientos a menudo se asocian con la aparición de diversas complicaciones.

En el maxilar superior, la elevación sinusal con empleo de biomateriales es una alternativa de tratamiento segura y con buenos porcentajes de éxito (Del Fabbro *et al.* 2004; Cavalli *et al.* 2012).

Sin embargo, las técnicas de aumento implican mayores costes al paciente, mayor morbilidad y riesgo de complicaciones (sinusitis, pérdida del injerto, etc.) así como tiempos de tratamiento más prolongados por lo que a menudo son declinadas por los pacientes (Wallace y Froum 2003; Del Fabbro *et al.* 2008; Das Neves *et al.* 2006; Cavalli *et al.* 2012.).

Existe además otra alternativa a la escasa disponibilidad ósea en altura: la colocación de implantes de altura reducida. La inserción de implantes cortos (< 7 mm) en maxilar superior sumada a la mala calidad ósea de los sectores postero-superiores y la gran carga oclusal existente a este nivel, va a comprometer biomecánicamente el tratamiento implantológico (Aparicio *et al.* 2001; Das Neves *et al.* 2006). Por su parte, en mandíbula, la atrofia en altura va a comprometer enormemente la distancia con el canal del nervio dentario inferior. A menudo el canal del nervio dentario inferior va a estar muy superficial, prácticamente submucoso, por lo que la inserción de implantes estará contraindicada aun siendo estos de corta altura, ya que existe gran riesgo de dañar el nervio. En estos casos, el único procedimiento que permite colocar implantes de unas longitudes adecuadas es la lateralización del nervio dentario inferior. Sin embargo, se trata de una técnica compleja, que precisa de una gran pericia por parte del cirujano, y que rara vez se lleva a cabo en el gabinete odontológico.

Como consecuencia, en los últimos años, el uso de implantes angulados tanto en maxilar superior como en mandíbula se ha propuesto como alternativa a todo lo anteriormente expuesto (Bellini *et al.* 2009^a y 2009b; Cavalli *et al.* 2012). En la mandíbula, colocar el implante más distal de manera angulada, va a permitir evitar dañar el nervio dentario inferior, y evitar tener que realizar técnicas más complejas. Por otro lado, el uso de implantes angulados en el maxilar superior permitirá evitar tener que llevar a cabo técnicas de aumento complejas como la elevación sinusal (Aparicio *et al.* 2001; Tabrizi *et al.* 2013).

Aparicio *et al.* (2001) establecen que la colocación de implantes angulados nos va a permitir obtener una serie de ventajas: a) colocar implantes de mayor longitud, b) obtener una mayor superficie de contacto hueso-implante y c) mayor estabilidad primaria. Además, se reduce el brazo de palanca de la prótesis, dando lugar a una mejor distribución de las cargas (Bellini *et al.* 2009a y 2009b; Malò *et al.* 2003, Ata-Ali *et al.* 2012; Bilhan H. 2008).

Asimismo, la inserción de implantes angulados va a generar un tratamiento más simple, más predecible, menos costoso y de menor duración en comparación con procedimientos clásicos como la elevación traumática del seno maxilar (Aparicio *et al.* 2001).

1.2. Inserción angulada de los implantes.

Actualmente, el empleo de implantes en posición angulada en los sectores posteriores y la rehabilitación mediante prótesis fijas con un protocolo de carga inmediata es una opción de tratamiento cada vez más extendida entre los clínicos.

Se ha sugerido en la literatura que la inserción de implantes angulados puede generar fracaso de los mismos como consecuencia de las fuerzas desfavorables producidas alrededor de estos implantes. Sin embargo, estudios como el de Malò *et al.* (2003) han reportado resultados exitosos con la colocación de dos implantes rectos a nivel anterior y dos implantes angulados a nivel posterior, en su archiconocido procedimiento “All-on-four” que permite rehabilitar arcadas edéntulas atroficas de manera satisfactoria. En dicho estudio, los autores colocan un total de 176 implantes en 44 pacientes y llevan a cabo la rehabilitación mandibular completa mediante la inserción de 4 implantes en cada paciente. Dos de esos implantes se situaron entre forámenes mentonianos, mientras que en cada sector posterior se introdujo un implante con una angulación de 30° aproximadamente y se llevó a cabo la realización de una prótesis fija provisional mediante un protocolo de carga inmediata en las dos horas posteriores a la cirugía. Los autores obtuvieron unas tasas de supervivencia de los implantes similares a las obtenidas con protocolos clásicos realizados en dos fases quirúrgicas. Las conclusiones de su estudio fueron que la elevada tasa de supervivencia de los implantes, sumada a la baja reabsorción marginal ósea, hacen de esta opción terapéutica una alternativa válida.

Estos resultados concuerdan con los publicados posteriormente por otros autores (Ioannidou y Doufexi, 2005; Del Fabbro *et al.* 2006) y son la causa de que, actualmente, la inserción de implantes angulados mediante un protocolo de carga inmediata se lleve a cabo en la práctica clínica cada vez más frecuentemente ante arcadas edéntulas con atrofia de los sectores posteriores.

El meta-análisis realizado por Ata-Ali *et al.* (2012) no obtuvo diferencias significativas en lo que se refiere a la supervivencia de implantes colocados en posición axial en comparación con implantes colocados en una posición no axial. La reabsorción ósea en implantes rectos vs angulados mostró valores similares. Así, los autores concluyeron que, según la literatura publicada, el comportamiento de los implantes angulados es muy similar al de aquellos colocados axialmente, lo que coincide con resultados reportados por otros autores, como es el caso del estudio de Koutouzis *et al.* (2007) que llevaron a cabo un estudio comparativo entre implantes rectos y angulados y tras 5 años de seguimiento no observaron diferencias significativas entre ambos diseños, en lo que se refiere a supervivencia de los implantes. Según estos autores, la angulación de los implantes no repercute sobre la reabsorción ósea periimplantaria.

Por su parte, el estudio de Tabrizi *et al.* (2013) concluyó que los implantes angulados mostraban el mismo comportamiento que los colocados en posición axial, y que la angulación de los implantes no incrementaba en modo alguno el riesgo de reabsorción ósea periimplantaria.

A pesar de todas estas ventajas, la colocación de implantes en posición angulada implica el empleo de pilares angulados para poder llevar a cabo su rehabilitación protésica, lo cual va a generar cargas oblicuas y un mayor riesgo de complicaciones biomecánicas. Además, el hecho de que la superficie pulida del pilar quede en contacto con el hueso va a favorecer la reabsorción del mismo, resultando totalmente desfavorable para el pronóstico a largo plazo del tratamiento (Figura 1).

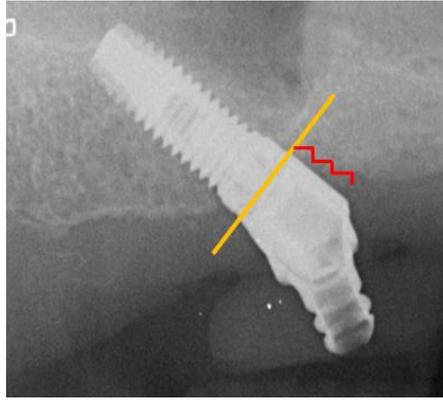


Fig. 1. Implante angulado en sector postero-superior atrofico. Naranja: hombro del implante. Rojo: zona del pilar en contacto con hueso.

Un estudio llevado a cabo por Pellizzer et al. (2011) concluyó que las cargas oblicuas generan mayores momentos de estrés y que existía una mayor concentración de dichas cargas a nivel periimplantario.

Un estudio posterior de Baggi et al. (2013) estableció que, si comparamos los implantes colocados en sectores posteriores en posición angulada con respecto a los colocados axialmente, las tensiones producidas son mayores en los angulados, lo que incrementa el riesgo de daño óseo especialmente a nivel de la cresta alveolar. Sin embargo, los autores concluyeron que la inserción de implantes en posición angulada es adecuada para rehabilitaciones completas de arcada ya que se consigue una disminución del estrés como consecuencia de la reducción del brazo de palanca de la prótesis y como consecuencia de la mejor distribución de las tensiones al ferulizarse todos los implantes.

1.3. Carga inmediata.

El protocolo clásico de inserción de implantes preconizaba la colocación de los implantes y su posterior cicatrización sin estar expuestos al medio oral durante un período de 3 a 6 meses, de manera que estos no estuvieran expuestos a ningún tipo de carga que pudiera interferir en su integración ósea.

Con el paso del tiempo se propuso la colocación de los implantes en una única fase quirúrgica, dejando los implantes expuestos el mismo día de su colocación, con lo que se evitaba la segunda cirugía. Numerosos son los estudios en que se ha comparado el resultado del tratamiento con implantes colocados en una o dos fases y que no han encontrado diferencias significativas en cuanto al éxito y la supervivencia de los implantes o en la cantidad de pérdida ósea periimplantaria (Abrahamsson et al. 1999; Ericsson et al. 1997; Cecchinato et al. 2004; Cordaro et al. 2009).

En la actualidad, se ha avanzado un paso más y se llevan a cabo procedimientos de carga inmediata, esto es, con aplicación de fuerzas oclusales sobre los implantes el mismo día de su inserción quirúrgica, obteniéndose buenos resultados, especialmente en mandíbula. El procedimiento de carga inmediata no sólo va a suponer una reducción de los tiempos al paciente, sino que además va a reducir el factor psicológico provocado por el edentulismo.

En este sentido, la revisión realizada por Espósito *et al.* (2009) concluyó que la carga inmediata de los implantes puede generar buenos resultados, especialmente en aquellos casos en los que exista una adecuada estabilidad primaria de los implantes insertados.

1.4. Reabsorción ósea periimplantaria.

Sabemos que desde la colocación del implante y hasta un año después de la carga del mismo, se produce una pérdida de hueso marginal que se ha definido como pérdida ósea temprana y que se considera normal cuando no es mayor de 1,5 mm en sentido vertical. (Albrektsson *et al.* 1986).

Oh *et al.* (2002) describieron los posibles factores etiológicos de esta pérdida ósea temprana, entre los cuales se encuentran: trauma quirúrgico, sobrecarga oclusal,

establecimiento de la anchura biológica, presencia de interfase entre el implante y el pilar, tipo de conexión, características del implante, etc. Como consecuencia, a lo largo de la historia se han hecho intentos de minimizar esta reabsorción ósea, ya que el mantenimiento de hueso alrededor de los implantes es un factor clave para el éxito a largo plazo del tratamiento.

De entre los muchos factores que influyen en la estabilidad de los tejidos duros, el diseño de los implantes es fundamental. Sabemos que los implantes con cuello pulido, que aparecieron con el fin de evitar la acumulación de placa, van a dar lugar a una reabsorción ósea hasta la primera espira del implante. Autores como Botos *et al.* (2011) han establecido que los implantes con superficies tratadas permiten una mejor transmisión de las cargas y, por tanto, menor pérdida de hueso circundante.

En este sentido, la colocación de pilares angulados en contacto con el hueso también va a incrementar la reabsorción ósea. El estudio de Bahuguna *et al.* (2013) evaluó los patrones de estrés producidos alrededor de implantes sometidos a cargas axiales y oblicuas con aditamentos protésicos de distintas angulaciones. Los autores analizaron pilares con angulaciones de 0°, 10°, 15° y 20° y establecieron que las fuerzas de tensión y compresión generadas por las cargas oclusales, van a aumentar a medida que lo haga la angulación del pilar protésico, si bien, los resultados que obtienen se encuentran dentro de los límites de tolerancia soportados por el hueso alveolar. Los autores concluyen que debe de tenerse muy en cuenta en la planificación del tratamiento implantológico que es fundamental reducir el componente oblicuo de las cargas sobre la prótesis.

Un estudio similar publicado por Kumar *et al.* (2013) analizó implantes de 4.3 mm de diámetro por 10 mm de longitud colocados a nivel de incisivos superiores y rehabilitados con pilares rectos y con pilares angulados. Los autores observaron que el estrés aumentaba significativamente a medida que lo hacía la angulación de los pilares. Más aún, los autores observaron que, independientemente de la angulación del pilar y de la calidad de hueso, los mayores valores de tensión se observaban en todos los casos

en la zona más crestal de los implantes analizados. La conclusión de estos autores es que se debería minimizar el uso de aditamentos angulados para así evitar las complicaciones derivadas de los grandes momentos de tensión que generan dichos aditamentos.

1.5. Justificación.

En los primeros años de desarrollo de la implantología los estudios se centraban en conseguir la integración de los mismos en el hueso.

Una vez se observaron resultados predecibles a largo plazo en lo que se refiere a osteointegración, las investigaciones pasaron a centrarse en minimizar la reabsorción ósea periimplantaria.

La capacidad de predecir y minimizar la reabsorción ósea crestal es fundamental para un correcto resultado del tratamiento a largo plazo. Así, el objetivo del tratamiento con implantes será minimizar la pérdida ósea alrededor de los mismos, a fin de preservar la estabilidad de tejidos duros y blandos.

En la literatura, el efecto del eje de inserción de los implantes sobre el hueso así como el momento de aplicación de la carga y su repercusión en la respuesta ósea han sido ampliamente estudiados, encontrándose controversia de resultados entre los diferentes estudios publicados.

2. Hipótesis de trabajo.

La inserción en posición angulada de los nuevos implantes Medentika Implant GmbH (Alemania) con innovador diseño a nivel cervical permite colocar el hombro del implante paralelo a la cresta alveolar.

De este modo, podremos emplear pilares rectos para llevar a cabo la carga protésica, lo que favorecerá la transmisión de las fuerzas al hueso, reduciéndose la reabsorción ósea alrededor del cuello de los implantes, y mejorando el éxito del tratamiento a largo plazo. Por este motivo, los implantes Medéntika de nuevo diseño resultan ideales para colocar en sectores posteriores atróficos..

3. Objetivos.

Evaluar la respuesta ósea medida en base a la superficie de contacto directo hueso-implante (% BIC) así como la reabsorción ósea periimplantaria ante la colocación de implantes rectos e implantes de diseño angulado a nivel cervical con carga inmediata y convencional, tras 8 semanas de seguimiento.

4. Material y métodos.

4.1 Diseño experimental.

El estudio fue diseñado por el Grupo MBIRG de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, que dispone de la infraestructura necesaria. El estudio se realizó a fin de evaluar, mediante un análisis histomorfométrico, la remodelación ósea y la superficie de contacto hueso-implante (BIC) en implantes rectos y en implantes angulados, colocados en las mandíbulas de dos perros Beagle y sometidos a procedimientos de carga inmediata y de carga convencional.

El diseño del estudio experimental, el protocolo quirúrgico, la selección, el mantenimiento y el posterior sacrificio de los animales fueron aprobados por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Medicina de Murcia, (siguiendo las directrices establecidas por el Real Decreto del Consejo de la Unión Europea del 53/2013 (2010/63/UE)).

El procedimiento se dividió en tres fases quirúrgicas:

- 1ª fase: exodoncia de 2º, 3º y 4º premolares y primer molar mandibulares.
- 2ª fase (tras 3 meses): inserción de los implantes y carga inmediata de un grupo de implantes.
- 3ª fase (tras 6 meses de las exodoncias): carga convencional de los implantes restantes.

Se emplearon dos perros Beagle machos, de 1 año de edad y peso medio de 15.4kg para realizar este estudio. Cada perro fue identificado con las tres últimas cifras de su chip de identificación. Ambos perros estaban en buen estado de salud general, sin afectaciones sistémicas. Se realizó una exploración intraoral previa para comprobar que mostraban mandíbulas intactas, sin trauma oclusal ni lesiones de tejidos blandos (Figura 1).



Fig. 1. Fotografía preoperatoria que permite observar el buen estado oral.

Se establecieron 2 grupos en función de la angulación del implante insertado (Tabla 1):

- Grupo control: implantes rectos (n=8).
- Grupo test: implantes angulados (n=8).

Número identificación	Tipo de carga	Implantes rectos	Implantes angulados
337	Convencional	4	4
701	Inmediata	4	4

Tabla 1. Distribución de los implantes en el estudio.

4.2 . Procedimiento quirúrgico.

4.2.1. Fase 1.

Los perros fueron inducidos por un veterinario a anestesia general con dosis intramusculares de acepromacina (Calmoneosan®, Pfizer, Madrid, España) 0.2-1.5 mg/kg. Transcurridos diez minutos, se suministró medetomidina (Medetor®, Virbac, Esplugues de Llobregat, España) 35 µgr/kg y buprenorfina (Buprecare®, Divasa-Farmavic, Gurb, Barcelona, España) 0,01 mg/kg por vía intramuscular.

El mantenimiento de la anestesia general se realizó con dosis intravenosas de propofol 1% (Laboratorios B. Braun Vetcare S.A., Rubí, Barcelona, España) 0.4 mg/kg/min.

Acto seguido, se aplicó anestesia local de manera convencional, para lo cual se empleó articaína 40mg con 1% de epinefrina (Ultracaín®, Laboratorios Normon, Madrid, España).

Se realizó la odontosección vestibulo-lingual de los segundos, terceros y cuartos premolares mandibulares (P2, P3, P4) así como del primer molar mandibular (M1) para separar la raíz mesial de la distal y evitar complicaciones de la exodoncia que pudieran alterar el reborde alveolar remanente (Figuras 2 y 3).



Fig.2. Odontosección de los premolares.



Fig.3. Piezas P2, P3, P4 y M1 exodonciadas.

Se realizó sutura continua a fin de aproximar los bordes de los alveolos postextracción (Figura 4).



Fig.4. Sutura continua en alveolos postextracción.

Se conservó el sector antero-inferior para que los perros pudieran mantener una mínima función masticatoria. Posteriormente, se dejó cicatrizar el hueso 3 meses antes de proceder a la inserción de los implantes.

4.2.2. Fase 2.

Transcurridos 3 meses de las exodoncias y siguiendo el mismo procedimiento anestésico, se levantaron colgajos de espesor completo (Figura 5).

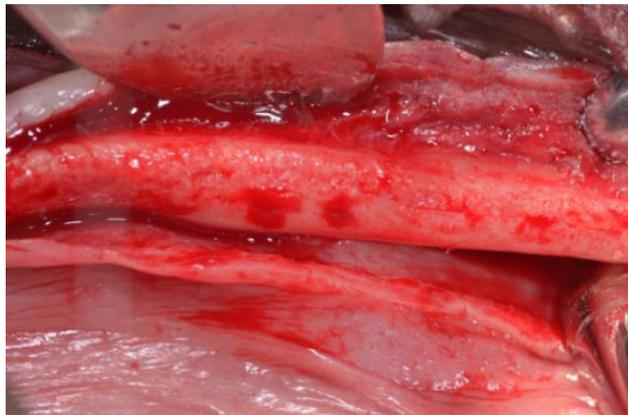


Fig.5. Reborde alveolar transcurridos 3 meses de las exodoncias.

Los lechos para colocación de los implantes fueron preparados con un protocolo de fresado convencional siguiendo las indicaciones establecidas por la casa comercial. Se insertaron 4 implantes en cada hemiarcada mandibular mediante el empleo de una férula quirúrgica (Figura 6) para garantizar el correcto posicionamiento de los mismos.

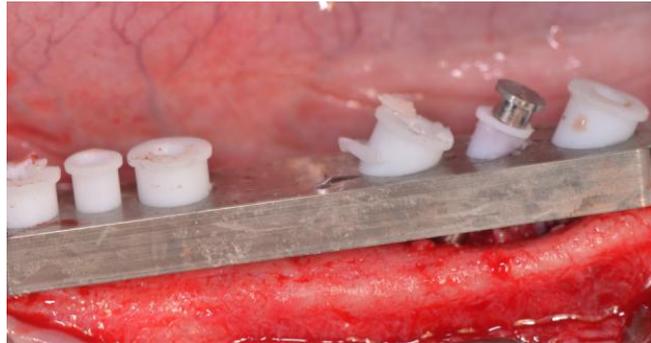


Fig.6. Férula quirúrgica empleada para la correcta inserción de los implantes.

Los dos implantes colocados en posición mesial fueron los de diseño recto (Control), mientras que implantes de nuevo diseño (Test) se colocaron en la zona más distal de cada hemiarcada (Figuras 7-10).



Fig. 7. Distribución de los implantes en las hemiarquadas mandibulares. (Rojo: grupo control; implantes rectos. Morado: grupo test: implantes angulados de nuevo diseño).

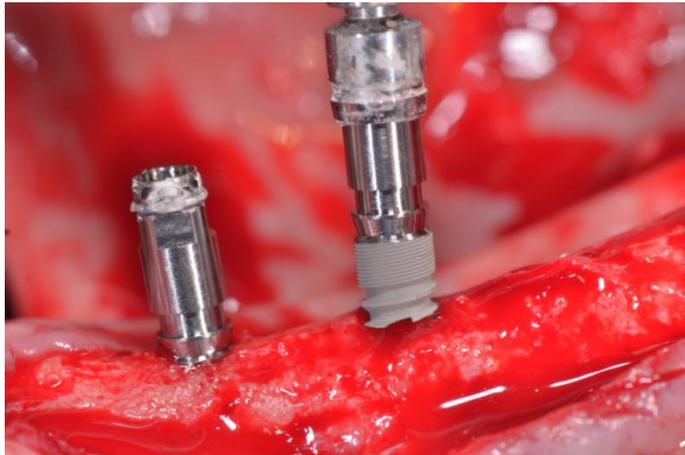


Fig.8. Implantes rectos siendo insertados en la posición más mesial de la hemiarcada.

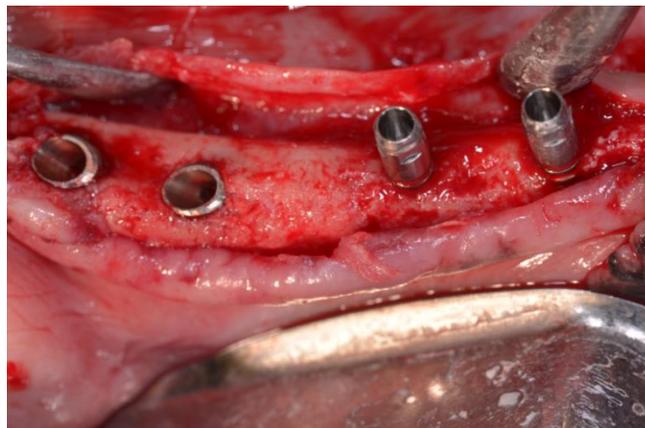


Fig. 9. Vista de los 4 implantes insertados en sus correspondientes posiciones.

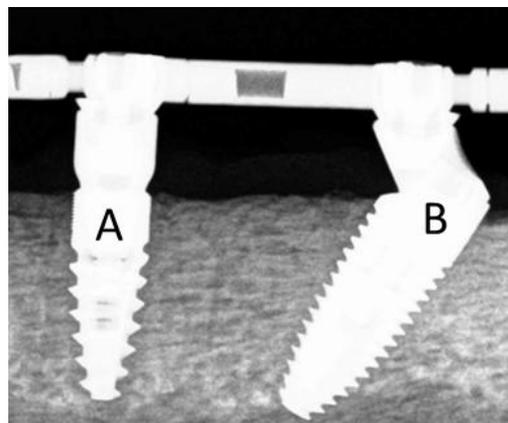


Fig. 10. Imagen radiológica que permite observar los dos distintos implantes utilizados en este estudio. (A: implante recto en posición mesial; B: implante angulado en posición distal).

Los implantes empleados presentaban 3.5 mm de diámetro y 9 mm de longitud, con un espacio inter-rosca de 0.6mm. Los implantes presentaban una superficie rugosa arenada. La conexión de los dos tipos de implantes era un cono interno que limita los micromovimientos del aditamento protésico.

Los implantes colocados de manera angulada presentan un innovador diseño con micro-rosclas a nivel del cuello, y a su vez presentan una angulación cervical de 12° a este nivel a fin de poder llevar a cabo la rehabilitación protésica mediante el uso de pilares rectos (Figura 11).



Fig.11. Diseño macroscópico del implante: cuerpo de paredes paralelas, con ápice ligeramente cónico y autorroscante. El cuello del implante es angulado.

Se llevaron a cabo radiografías periapicales convencionales durante la cirugía de inserción de los implantes y tras el período de osteointegración.

En el grupo de implantes que recibieron carga inmediata, se realizó, el mismo día de la intervención, un encerado diagnóstico (Figuras 12 y 13) a partir del cual se confeccionó una férula de vacío con la que realizar la prótesis fija provisional inmediata (Figuras 14 y 15).



Fig. 12. Encerado diagnóstico, vista lateral.



Fig. 13. Encerado diagnóstico. Vista oclusal.



Fig. 14. Comprobación del ajuste de la férula de vacío.

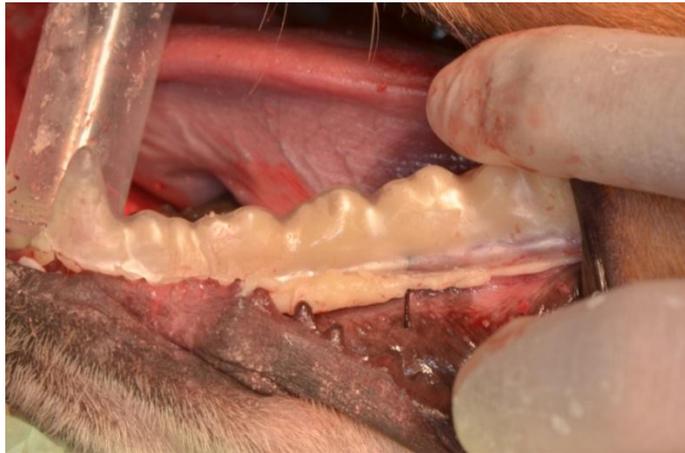


Fig. 15. Rebasado de la férula de vació con resina autopolimerizable para confección de la prótesis de carga inmediata.

Tras la inserción de los implantes se realizó sutura con puntos simples. La semana posterior a la cirugía, los perros recibieron tratamiento antibiótico (amoxicilina 500 mg, dos veces al día) y analgésico (Ibuprofeno 600 mg 3 veces al día) y recibieron dieta blanda.

La cicatrización se revisó semanalmente por parte de un veterinario, y se controló el acúmulo de placa mediante la realización de lavajes con clorhexidina. Las suturas fueron retiradas dos semanas después de la intervención.

Para el grupo de implantes que recibió carga convencional, el protocolo de realización de las prótesis fue llevado a cabo 3 meses después de la inserción de los implantes.

4.2.3. Fase 3.

Tras 8 semanas de la inserción de los implantes se procedió al sacrificio de los perros con una sobredosis de Pentotal Natrium (1.2 mg/kg, Laboratorios Abbot, Madrid, España). Se obtuvieron las hemiarcadas inferiores y se almacenaron de forma individual en formalina al 10% con pH 7.2 durante una semana; posteriormente fueron deshidratadas con alcohol a diferentes concentraciones, se infiltraron con metacrilato y se polimerizaron. Se realizaron dos cortes en sentido buco-lingual de los implantes, uno en el centro de cada uno de los implantes, y otro en la periferia de los mismos, con presencia de hueso circundante. Cada muestra obtenida, presentó aproximadamente 40µm de grosor. Se aplicó tinción con azul de toluidina a cada una de las biopsias. El análisis histomorfométrico fue llevado a cabo utilizando imágenes calibradas digitalmente con aumento de 10X–40X (Leica microscope Q500Mc, Leica DFC320, 3088X2550 pixeles, Leica Microsystems, Alemania). Dichas imágenes fueron procesadas mediante el software MIP 4.5 software (Microms Image Processing Software, CID, Consulting Image Digital, Barcelona, España) conectado a una videocámara en color (Sony DXC-151s 2/3-CCD RGB Color Video Camera).

Todas las intervenciones se realizaron bajo la supervisión de un Veterinario del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Murcia.

Una vez realizada la adquisición de las imágenes de las muestras se midieron las siguientes variables:

- BIC (Superficie de contacto directo hueso-implante) total: porcentaje de contacto directo hueso-implante en todo el perímetro del implante.
- BIC vestibular: porcentaje de superficie de contacto directo hueso-implante en el lado bucal.

- BIC lingual: porcentaje de superficie de contacto directo hueso-implante en el lado lingual.
- A-Bc: distancia medida desde el hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado bucal.
- A-Lc: distancia medida desde el hombro del implante al primer contacto hueso-implante en el lado lingual.

El porcentaje de BIC se midió en todo el perímetro de cada uno de los implantes. La porción más apical de los implantes fue excluida debido a la presencia de tejido no óseo procedente del canal mandibular en algunas muestras.

4.3. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos tras el procesamiento digital de las imágenes fueron recogidos en una hoja de cálculo (Excel, Microsoft, Redmond, Washington, USA) y exportados al programa de análisis estadístico SPSS 19.0 (IBM, Chicago, USA). Los implantes se valoraron individualmente.

El análisis estadístico consistió en estadística descriptiva básica con establecimiento en cada variable de medias y desviaciones estándar entre los diferentes cortes de cada muestra.

Se consideró suficiente un tamaño muestral de 16 implantes para determinar diferencias estadísticamente significativas.

El nivel de significación se estableció para un valor de p inferior a 0.05. La fiabilidad del examinador fue determinada mediante cálculo de error estándar en las mediciones y el coeficiente de correlación de Spearman.

5. Resultados

El proceso de cicatrización fue normal en los 16 implantes insertados. Un implante fracasó en el grupo de carga convencional, dando lugar a una tasa de supervivencia total de los implantes del 93.75% (n=15).

El análisis histológico mediante microscopía óptica permitió observar la correcta osteointegración, determinada por el contacto directo entre el hueso existente y todos los implantes, sin interposición de tejidos blandos (Figura 7).

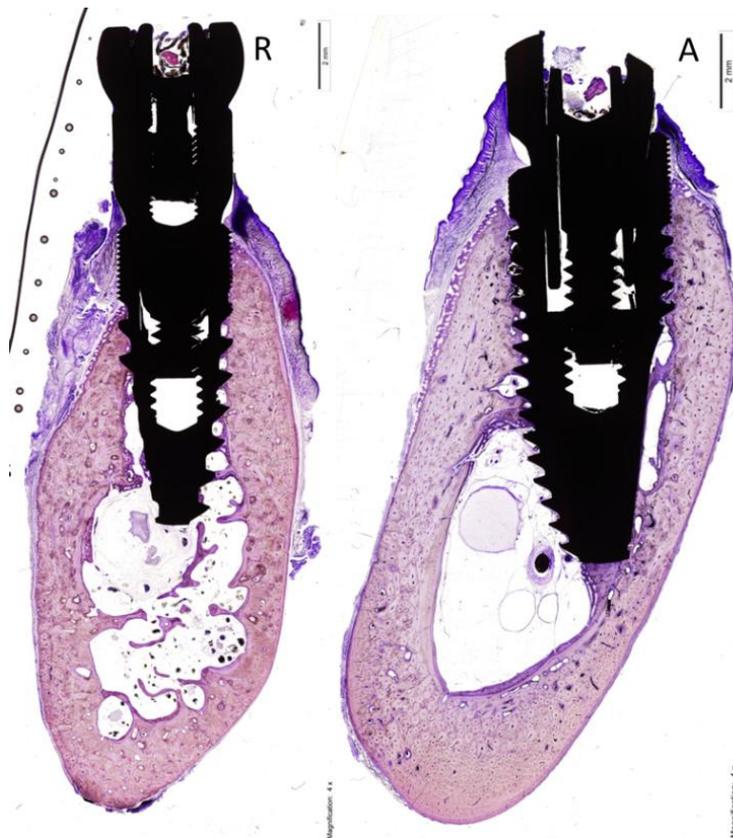


Fig.7. Imagen microscópica que permite observar el contacto directo entre el tejido óseo y la superficie del implante.
(R:implante recto; A:implante de diseño angulado).

En el grupo de carga inmediata, el máximo valor de BIC total fue de 85.79% y se observó en un implante angulado (R4). El mayor valor de BIC lingual fue del 88% y también se reportó en un implante de diseño angulado (R4). Estos resultados sugieren, que en caso de llevar a cabo un protocolo de carga inmediata, la respuesta ósea será más favorable con la colocación de un implante de diseño angulado.

Por su parte, el mayor valor de BIC bucal fue del 90.52% y se produjo en un implante de diseño recto. Los menores valores para las variables BIC total, bucal y lingual se dieron siempre en el grupo de implantes rectos, si bien, no se reportaron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables analizadas (Tabla 1).

	BIC total (%)	BIC bucal (%)	BIC lingual (%)
701 L1	77.19	62.93	87.09
701 L2	74.63	80.23	68.91
701 L3	81.71	87.99	76.14
701 L4	81.27	87.45	79.02
701 R1	79.54	82.58	76.21
701 R2	85.36	90.52	79.83
701 R3	82.31	84.49	79.70
701 R4	85.79	83.34	88

Tabla 1. Valores de BIC total, bucal y lingual (%) obtenidos en el grupo de carga inmediata.

Esto indica que, la respuesta ósea es menos favorable, en lo que se refiere a la variable BIC, con la colocación de implantes rectos mediante un protocolo de carga inmediata.

En el grupo de implantes con carga convencional, los mayores valores de BIC total y BIC bucal fueron 93.00 y 93.10% respectivamente y se obtuvieron en el grupo de implantes de diseño recto (L2), mientras que el máximo valor de BIC lingual fue de 93.56% y se obtuvo en un implante colocado en posición angulada (L3) (Tabla 2).

	BIC total (%)	BIC bucal (%)	BIC lingual (%)
337 L1	79.86	83.20	78.05
337 L2	93.00	93.10	92.93
337 L3	89.19	85.50	93.56
337 L4	NR	NR	NR
337 R1	73.65	92.61	63.17
337 R2	84.27	88.92	79.94
337 R3	83.85	84.89	83.15
337 R4	67.70	71.66	64.95

Tabla 2. Valores de BIC total, bucal y lingual (%) obtenidos en el grupo test. (NR: datos no reportados-implante fracasado).

De estas observaciones se infiere que para las variables BIC total y BIC bucal se obtendrán resultados de respuesta ósea más favorable con un implante colocado en posición axial, mientras que para la variable BIC lingual, los resultados serán mejores con la colocación de implantes angulados.

En ningún caso se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de BIC obtenidos en el grupo de carga inmediata frente al grupo de carga convencional, independientemente del eje de inserción de los implantes.

La reabsorción ósea se valoró a partir de la medición de las variables A-Bc y A-Lc (Figura 8).

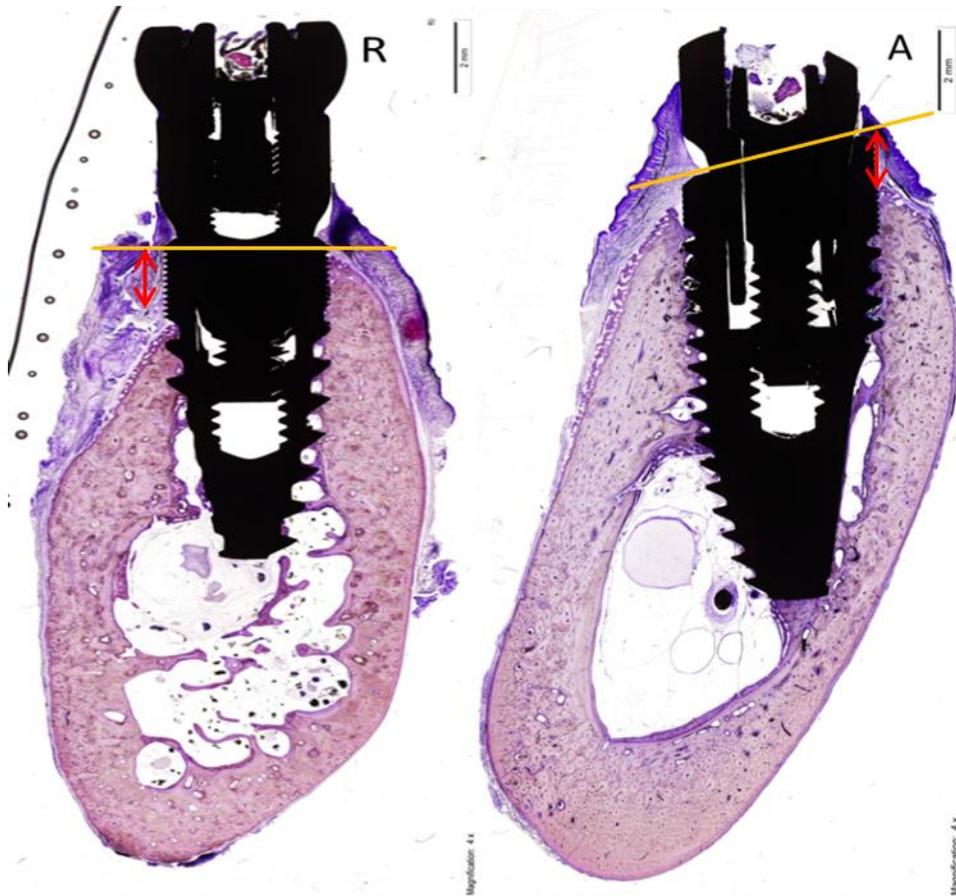


Fig.8. Representación de la distancia del hombro del implante a la cresta ósea lingual (A-Lc) en un implante recto; distancia del hombro del implante recto a la cresta ósea en el lado bucal (A-Bc) en un implante angulado.

En relación con la reabsorción crestal a nivel bucal y lingual en el grupo de implantes que recibieron carga protésica inmediata, el máximo valor fue $2629,02\mu\text{m}$ y se encontró en la cortical vestibular de un implante angulado mientras que el valor mínimo fue de $-319,92\mu\text{m}$ y se reportó en la cortical lingual de un implante colocado axialmente (Tabla 3).

701	A-Bc (μm)	A-Lc (μm)
R1	668,22	25,80
R2	1310,64	-319,92
R3	2629,02	670,16
R4	928,80	-247,68
L1	1571,22	482,47
L2	1228,08	384,43
L3	915,90	98,04
L4	338,02	211,58

Tabla 3. Valores de las variables A-Bc y A-Lc obtenidos en el grupo de implantes cargados de manera inmediata.

En el grupo de implantes cargados convencionalmente, los mayores valores de la variable A-Bc se obtuvieron para implantes insertados axialmente con un valor de 2690,94 μm mientras que el mínimo valor reportado se obtuvo en un implante colocado angulado (R3) (Tabla 3).

Por otro lado, la variable A-Lc mostró su máximo valor (2263,58 μm) en un implante angulado y el mínimo valor de reabsorción de la cortical lingual (-358,63 μm) se observó en un implante colocado en posición axial (R1) (Tabla 4).

337	A-Bc (μm)	A-Lc (μm)
R1	2376,18	-358,63
R2	1666,68	1050,14
R3	1078,44	554,71
R4	1295,16	2263,58
L1	2372,96	505,74
L2	2690,94	443,77
L3	1375,15	2035,62
L4	NR	NR

Tabla 4. Valores de las variables A-Bc y A-Lc obtenidos en el grupo de implantes cargados convencionalmente (tras 8 semanas de la inserción de los implantes).

6. Discusión

El presente estudio experimental valoró los cambios óseos producidos alrededor de implantes colocados de forma axial en comparación con implantes de diseño innovador, colocados en posición angulada, cargados de manera inmediata y de manera convencional.

En nuestro estudio, 8 semanas después de la carga protésica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al BIC total, bucal y lingual en implantes cargados de manera inmediata frente a implantes cargados de manera convencional, si bien el grupo de implantes angulados con carga inmediata mostró siempre valores más elevados de dichas variables, lo cual indica un mayor contacto hueso-implante y, por tanto, mejor respuesta del tejido óseo ante la colocación de implantes de diseño angulado rehabilitados mediante un protocolo de carga inmediata, lo que coincide con resultados reportados previamente por diferentes autores.

Krekmanov *et al.* (2000) colocaron 36 implantes angulados en arcada inferior y 40 en arcada superior, a fin de evitar injertos y daño del nervio dentario inferior. En mandíbula, los implantes más distales de cada arcada los colocaron con una angulación entre 25 y 35 grados, mientras que en maxilar superior las angulaciones iban de 30 a 35 grados. Los autores obtuvieron un porcentaje de éxito de 95.7% para implantes angulados frente al 92.5% de los implantes rectos, tras 4 años de seguimiento. Encontraron mejor respuesta ósea en los implantes colocados de manera angulada: sólo 2 implantes angulados mostraron una pérdida ósea superior a 2 mm frente a los 14 que lo hicieron en el grupo de implantes rectos. Estos mejores resultados en el grupo de implantes angulados parecen derivar de su mayor longitud y por tanto, de la existencia de una mayor superficie de contacto entre el implante y el hueso cortical. Los resultados de este estudio demuestran que la angulación del implante *per se* no produce ningún inconveniente desde un punto de vista biológico. Los autores aseveran que desde un punto de vista clínico y biológico, la angulación de los implantes es ventajosa, por lo

que la angulación de un implante que va a formar parte de una prótesis múltiple está completamente justificada desde un punto de vista biomecánico.

Aparicio *et al.* (2001) concluyen que, desde un punto de vista clínico, la carga no axial ejercida sobre los implantes angulados no resulta relevante en la integración de los implantes cuando se trata de rehabilitaciones que ferulizan varios implantes. Además, observaron que las fuerzas compresivas alrededor del implante aumentaban a medida que lo hacía la inclinación de los mismos. Estos datos coinciden con los publicados previamente por diversos autores (Frederick y Caputo 1996; Canay *et al.* 1996; Asawa *et al.* 2015).

Por su parte, Canay *et al.* (2015) concluyeron que, para implantes unitarios, la angulación de los mismos va a generar mayores fuerzas compresivas. Sin embargo, cuando el implante forma parte de una prótesis implanto-soportada múltiple, se obtienen valores reducidos de tensión alrededor de los implantes, independientemente de si están o no angulados, algo que ya afirmaron anteriormente Van Steenberghe *et al.* (1980)

En este sentido, Bellini *et al.* (2009b) afirmaron que la angulación de los implantes produce un beneficio biomecánico al reducir el brazo de palanca de la prótesis, lo que conlleva que se reduzcan los valores de estrés en la interfase hueso-implante en comparación con implantes no angulados. Sin embargo, los autores obtuvieron picos máximos de estrés alrededor del cuello de los implantes colocados de manera angulada. Si bien, los autores concluyen, que si el implante angulado forma parte de una prótesis múltiple en la que los implantes están ferulizados, estas fuerzas se ven muy reducidas.

Por su parte, Baggi *et al.* (2013) llevaron a cabo un estudio 3D de elementos finitos sobre rehabilitaciones completas de arcada llevadas a cabo con 4 implantes rectos o con 2 implantes anteriores rectos y 2 implantes posteriores angulados. Los

autores observaron que la mayor concentración de tensiones se producía en el hueso cortical alrededor del cuello de los implantes. Concluyeron que la presencia de cantilevers induce mayores concentraciones de estrés en el hueso, especialmente en el implante más distal. Por este motivo, establecieron que la inserción de implantes angulados para realizar una rehabilitación completa de arcada mediante un procedimiento de All-on-four permite la reducción de fuerzas compresivas en el hueso periimplantario distal, como consecuencia de la reducción del brazo de palanca lo que da lugar a una más favorable transmisión de las tensiones.

En 2001, Aparicio *et al.* evaluaron 25 pacientes con arcadas superiores parcialmente edéntulas y avanzada reabsorción ósea. Analizaron clínica y radiográficamente los resultados obtenidos con la inserción de implantes rectos e implantes angulados. Los resultados que ofrecieron indicaban una tasa acumulativa de éxito fue de 91.3% para implantes rectos y 95.2% para los angulados mientras que la tasa de supervivencia de los implantes fue de 96.5% y 100% para los implantes rectos y angulados respectivamente. Esto podría explicarse dada la mayor longitud de los implantes angulados que permite un mayor anclaje de los mismos en hueso cortical.

El estudio de Pellizzer *et al.* (2010) midió la distribución de las tensiones alrededor de implantes de conexión externa colocados con diferentes angulaciones. Realizaron un análisis fotoelástico de la distribución de las cargas en implantes rectos (0° de angulación) e implantes angulados entre 17° y 30°. Observaron que las cargas axiales producían una mayor concentración de estrés en los tercios apical y medio, mientras que las cargas oblicuas concentraban mayor tensión a nivel del cuello implantario. Asimismo, los resultados obtenidos por los autores mostraron que el estrés era mayor a medida que aumentaba la inclinación de los implantes, y que las cargas oblicuas, así como las prótesis atornilladas generaban mayores momentos de tensión. A pesar de estos resultados, la conclusión que establecen los autores es que los implantes angulados son una adecuada alternativa de tratamiento, y que su uso no se asocia con un mayor probabilidad de pérdida ósea. La reabsorción ósea tras cinco años de función fue de $0.4 \text{ mm} \pm 0.97 \text{ mm}$ en el grupo de implantes axiales y de $0.5 \text{ mm} \pm 0.95 \text{ mm}$ en el

grupo de implantes no axiales. Un 30% de los implantes colocados en posición axial sufrieron una reabsorción ósea marginal superior a 1 mm frente al 33 % que se observó en el grupo de implantes no axiales. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a reabsorción ósea periimplantaria entre el grupo de implantes axiales y no axiales. Los autores concluyen que la inclinación de los implantes y su carga funcional no influye de manera significativa en la pérdida de hueso periimplantario. De este modo, establecen que, la presencia de un implante no axial en una prótesis fija múltiple no va a suponer una mayor pérdida de hueso que si todos los implantes se colocaran axialmente.

Cavalli *et al.* (2012) llevaron a cabo un estudio retrospectivo en el que valoraron los resultados protésicos y biológicos en pacientes tratados con un procedimiento de all-on-four en el maxilar superior. Se trataron 34 pacientes con un total de 136 implantes, cargados de manera inmediata (en las 48 horas posteriores a la cirugía implantológica). 68 implantes fueron colocados en posición vertical y los restantes 68 se insertaron con una angulación de aproximadamente 30°. La tasa de supervivencia de los implantes tras 72 meses de seguimiento fue del 100% (no hubo fracasos). Los autores consideran que la tasa de supervivencia de los implantes es el factor más empleado para medir la efectividad de una prótesis implanto-soportada y dado que no obtienen ningún fracaso, concluyen que esta opción es una alternativa de éxito a procedimientos clásicos como la elevación sinusal para poder rehabilitar arcadas superiores edéntulas atrofiadas.

Tabrizi *et al.* (2013) realizaron un estudio prospectivo con 58 pacientes y un periodo de seguimiento medio de 3 años en el que analizaron la reabsorción ósea alrededor de implantes angulados. La angulación de los implantes osciló entre 7° y 25°. La reabsorción ósea media obtenida por los autores fue de 0.87mm \pm 0.20mm. El análisis de datos mediante el test de correlación de Spearman permitió a los autores encontrar una relación directa entre la pérdida de hueso marginal y el período de seguimiento. Así, los autores establecieron que el riesgo de reabsorción ósea se incrementa a medida que lo hace el período de seguimiento, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Sin embargo, los autores no encontraron relación entre la reabsorción ósea y la angulación de los implantes, y por tanto,

confirmaron la hipótesis de que la inserción angulada de los implantes no incrementa la pérdida de hueso alrededor de los mismos. Los autores afirmaron en este estudio que, el comportamiento de los implantes angulados y sus efectos sobre el hueso, es muy similar al obtenido en los implantes colocados en una posición axial.

El meta-análisis de Ata-Ali et al. (2012) realizó una revisión de la literatura publicada entre los años 1999 y 2010 concerniente a implantes angulados. Incluyó un total de 7 estudios retrospectivos y 6 estudios prospectivos. En relación con la pérdida marginal de hueso, los autores encontraron tres estudios que reportaron mayor pérdida de hueso con implantes axiales, frente a un estudio que obtuvo mayor reabsorción ósea con implantes angulados. No encontraron diferencias significativas en la literatura publicada en lo que se refiere al efecto de la inserción de implantes angulados sobre el hueso cuando se compara con implantes rectos.

En nuestro estudio, la obtención de mayores valores de BIC obtenidos para el grupo test refuerza la hipótesis de que la colocación de implantes de diseño angulado favorece el mantenimiento de tejido óseo periimplantario. Si además se lleva a cabo un protocolo de carga inmediata se favorecerá el mantenimiento de hueso alrededor de los implantes, contribuyendo a la longevidad del tratamiento, tal y como han mostrado los resultados de recientes revisiones sistemáticas (Del Fabbro *et al.* 2006; Espósito *et al.* 2009) y el meta-análisis de Ioannidou y Doufexi (2005).

En cuanto a la reabsorción ósea periimplantaria, en nuestro estudio, en el grupo de implantes cargados de manera inmediata, los mayores valores se obtuvieron para implantes colocados de manera angulada. Esto indica una mayor reabsorción de las corticales bucal y lingual cuando los implantes se colocan en posición angulada. Esto coincide con las conclusiones del meta-análisis realizado por Monje et al. (2012), quienes afirman que, la reabsorción marginal de hueso a corto plazo es superior en implantes angulados, con respecto a implantes colocados axialmente, si bien, los autores no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

En este sentido, un estudio de Malò *et al.* (2003) analizó 44 pacientes a los que se insertaron un total de 176 implantes mandibulares con carga inmediata mediante un procedimiento All-on-four a 3 años de seguimiento. Los autores midieron la pérdida marginal ósea mediante la realización de radiografías periapicales convencionales y obtuvieron una cifra máxima de reabsorción ósea marginal de 1.2 mm, la cual es similar a las que se han obtenido previamente en estudios llevados a cabo con carga temprana de los implantes (Petersson *et al.* 2001).

Por su parte, Aparicio *et al.* (2001) obtuvieron una reabsorción ósea marginal 0.14 mm mayor en el grupo de implantes colocados no axialmente tras el primer año de carga. Transcurridos 60 meses de seguimiento, los autores reportaron una reabsorción ósea ligeramente mayor en el grupo de implantes angulados (1.21 mm para implantes angulados frente a 0.92 mm para el grupo de implantes axiales), si bien, no existieron diferencias estadísticamente significativas.

Posteriormente, Koutouzis y Wennström (2006) llevaron a cabo un estudio retrospectivo a cinco años en el que analizan los cambios óseos producidos alrededor de implantes colocados en posiciones axiales y no axiales, rehabilitados con prótesis fijas parciales. Su objetivo fue determinar la influencia del grado de inclinación de los implantes en la reabsorción marginal de hueso. El estudio analizó un total de 38 pacientes, con 111 implantes insertados y un total de 42 prótesis fijas implanto-retenidas. Todos los implantes tenían 3.5 mm de diámetro y sus longitudes oscilaban entre los 8 y los 19 mm. Tras 5 años de función, obtuvieron una reabsorción ósea marginal de 0.4mm en el grupo de implantes angulados frente a 0.5mm en el grupo de implantes colocados en posición axial. Un 39% de los implantes rectos no mostraron reabsorción alguna tras 5 años de carga, en comparación con el 37% de implantes angulados que no mostraron reabsorción ósea transcurrido este tiempo. Se obtuvo una reabsorción ósea mayor a 1mm en un 30% de los implantes rectos, mientras que en el grupo de implantes angulados este porcentaje fue del 33%. Los autores concluyeron que, bajo carga funcional, la colocación de implantes angulados en prótesis fijas parciales no va a implicar un incremento en el riesgo de reabsorción ósea si lo comparamos con la colocación de implantes rectos.

En función de nuestros hallazgos, y teniendo en cuenta su coincidencia con estudios reportados previamente en la literatura, podemos sugerir que la selección de un determinado eje de inserción de los implantes, en este caso implantes angulados, sumado a un innovador diseño con microespiras a nivel cervical, es fundamental en el pronóstico y longevidad del tratamiento, si bien, el tamaño muestral es pequeño, y no permite establecer resultados estadísticamente significativos, motivo por el cual seguimos trabajando en esta línea de investigación.

7. Conclusiones

La respuesta ósea periimplantaria en implantes angulados con carga inmediata fue mejor con respecto al grupo de implantes rectos, transcurridas 8 semanas de seguimiento tras la carga protésica. Para el grupo de carga convencional, los valores fueron similares en ambos grupos de implantes.

8. Bibliografía

Abrahamsson, I., Berglundh, T., Moon, I.S., Lindhe, J. (1999). "Peri-implant tissues at submerged and non-submerged titanium implants" en *Journal of Clinical Periodontology*, 26(9), 600-607.

Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., Eriksson A.R. (1986). "The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success" en *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 1(1), 11-25.

Aparicio, C., Perales, P., Rangert, B. (2001). "Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and Periotest study" en *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 3(1), 39-49.

Asawa, N., Bulbule, N., Kakade, D., Shah, R. (2015). "Angulated implants: an alternative to bone augmentation and sinus lift procedure: systematic review" en *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3), ZE10.

Ata-Ali, J., Peñarrocha-Oltra, D., Candel-Martí, E., Peñarrocha Diago, M. (2012). "Oral rehabilitation with tilted implants: a metaanalysis" en *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 17:582-7.

Baggi, L., Pastore, S., Di Girolamo, M., Vairo, G. (2013). "Implant-bone load transfer mechanisms in complete-arch prostheses supported by four implants: a three-dimensional finite element approach" en *Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(1), 9-21.

Bahuguna, R., Ananad, B., Kumar, D., Aeran, H., Anand, V., Gulati, M. (2013). "Evaluation of stress patterns in bone around dental implant for different abutment angulations under axial and oblique loading: a finite element analysis" en *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 4(1), 46-51.

Bellini, C.M., Romeo, D., Galbusera, F., Taschieri, S., Raimondi, M.T., Zampelis, A., Francetti, L. (2009a). "Comparison of tilted versus nontilted implant-supported prosthetic designs for the restoration of the edentulous mandible: a biomechanic study" en *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 24(3), 511-517.

Bellini, C.M., Romero, D., Galbusera, F., Agliardi, E., Pietrabissa, R., Zampelis, A., Francetti, L. (2009b). "A finite element analysis of tilted versus nontilted implant configurations in the edentulous maxilla" en *International Journal of Prosthodontics*, 22(2), 155-157.

Bilhan, H. (2008). "An alternative method to treat a case with severe maxillary atrophy by the use of angled implants instead of complicated augmentation procedures: a case report" en *Journal of Oral Implantology*, 34(1), 47-51.

Block, M.S., Winder, J.S. (1991). "Method for insuring parallelism of implants placed simultaneously with maxillary sinus bone graft" en *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49(4), 435-437.

Botos, S., Yousef, H., Zweig, B., Flinton, R., Weiner, S. (2011). "The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health" en *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 26(3), 492-498.

Canay, S., Hersek, N., Akpınar, I., Asik, Z. (1996). "Comparison of stress distribution around vertical and angled implants with finite element analysis" en *Quintessence International*, 27(9), 591-598.

Cavalli, N., Barbaro, B., Spasari, D., Azzola, F., Ciatti, A., Francetti, L. (2012). "Tilted implants for full-arch rehabilitations in completely edentulous maxilla: a retrospective study" en *International Journal of Dentistry*, doi:10.1155/2012/180379.

Cecchinato, D., Olsson, C., Lindhe, J. (2004). "Submerged or non-submerged healing of endosseous implants to be used in the rehabilitation of partially dentate patients" en *Journal of Clinical Periodontology*, 31(4), 299-308.

Cordaro, L., Torsello, F., Rocuzzo, M. (2009). "Clinical outcome of submerged vs. non-submerged implants placed in fresh extraction sockets" en *Clinical Oral Implants Research*, 20(12), 1307-1313.

Das Neves, F.D., Fones, D., Bernardes, S.R., do Prado, C.J., Neto, A.J. (2006). "Short implants--An analysis of longitudinal studies" en *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 21(1), 86-93.

Del Fabbro, M., Testori, T., Francetti, L., Weinstein, R. (2004). "Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus" en *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 94(3), 565-577.

Del Fabbro, M., Testori, T., Francetti, L., Taschieri, S., Weinstein, R. (2006). "Systematic review of survival rates for immediately loaded dental implants" en *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 26(3), 249-263.

Ericsson, I., Randow, K., Nilner, K., Petersson, A. (1997). “Some clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. A 5-year follow-up” en *Clinical Oral Implants Research*, 8(5), 422-426.

Espósito, M., Grusovin, M.G., Achille, H., Coulthard, P., Worthington, H.V. (2009). “Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants” en *Cochrane Database of Systematic Reviews*, doi: 10.1002/14651858.

Frederick, D.R., Caputo, A.A. (1996). “Effects of overdenture retention designs and implant orientations on load transfer characteristics” en *Journal of Prosthetic Dentistry*, 76(6), 624-632.

Ioannidou, E., Doufexi, A. (2005). “Does loading time affect implant survival? A meta-analysis of 1266 implants” en *Journal of Periodontology*, 76(8), 1252-1258.

Jaffin, R.A., Berman, C.L. (1991). “The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis” en *Journal of Periodontology*, 62(1), 2-4.

Krekmanov, L., Kahn, M., Rangert, B., Lindström, H. (2000). "Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support" en *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 15(3), 405-414.

Koutouzis, T., Wennström J.L. (2007). "Bone level changes at axial- and non-axial-positioned implants supporting fixed partial dentures. A 5-year retrospective longitudinal study" en *Clinical Oral Implants Research*, 18(5), 585-590.

Kumar, G.A., Mahesh, B., George, D. (2013). "Three dimensional finite element analysis of stress distribution around implant with straight and angled abutments in different bone qualities" en *Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 13(4), 466-472.

Malò, P., Rangert, B., Nobre, M. (2003). "All-on-four immediate-function concept with Brånemark system implants for completely edentulous mandible: A retrospective clinical study" en *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 5(s1), 2-9.

Oh, T.J., Yoon, J., Misch, C.E., Wang, H.L. (2002). "The causes of early implant bone loss: Myth or science?" en *Journal of Periodontology*, 73(3), 322-333.

Pellizzer, E.P., Falcón-Antenucci, R.M., de Carvalho, P.S.P., Sánchez, D.M.I K., Rinaldi, G.A.T., de Aguirre, C.C., Goiato, M.C. (2011). “Influence of implant angulation with different crowns on stress distribution” en *Journal of Craniofacial Surgery*, 22(2), 434-437.

Pettersson, A., Rangert, B., Randow, K., Ericsson, I. (2001). “Marginal bone resorption at different treatment concepts using Brånemark dental implants in anterior mandibles” en *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 3(3), 142-147.

Tabrizi, R., Pourdanesh, F., Zare, S., Daneste, H., Zeini, N. (2013). “Do angulated implants increase amount of bone loss around implants in the anterior maxilla?” en *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 71(2), 272-277.

Steenberghe, D. (1989). “A retrospective multicenter evaluation of the survival rate of osseointegrated fixtures supporting fixed partial prostheses in the treatment of partial edentulism” en *Journal of Prosthetic Dentistry*, 61(2), 217-223.

Wallace, S.S., Froum, S.J. (2003). “Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants as compared to the survival of implants

placed in the non-grafted posterior maxilla: an evidence-based literature review”
en *Annals of Periodontology*, 8(1), 328-343.