



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**ESTUDIO HISTOLÓGICO E
HISTOMORFOMETRICO DE IMPLANTES
POSTEXTRACCIÓN EN UN MODELO
EXPERIMENTAL ANIMAL**

Tesis Doctoral

Leana Katleen Bragança

Sevilla, 2018

Sevilla, de 2018

EUGENIO VELASCO ORTEGA, Profesor Titular de Odontología Integrada de Adultos de la Facultad de Odontología y Director del Máster de Implantología Oral de la Universidad de Sevilla.

LORETO MONSALVE GUIL, Profesora Asociada de Odontología Integrada de Adultos de la Facultad de Odontología y Profesora del Máster de Implantología Oral de la Universidad de Sevilla.

CERTIFICAN:

Que D^a. LEANA KATLEEN BRAGANCA, Licenciada en Odontología por la Universidad de Lisboa, ha realizado bajo nuestra tutela y dirección el trabajo titulado **Estudio histológico e histomorfométrico de implantes postextracción en un modelo experimental animal** que consideramos satisfactorio como Tesis Doctoral.



Prof. E.VELASCO ORTEGA



Prof. L. MONSALVE GUIL

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Eugenio Velasco Ortega y a la Profesora Loreto Monsalve Guil de la Facultad de Odontología y del Máster de Implantología Oral de la Universidad de Sevilla, que han dedicado un tiempo y esfuerzo importantes en mi desarrollo académico y en la dirección del presente estudio doctoral con sus conocimientos y experiencias sobre el tema.

Al profesor José Luis Calvo Guirado de la Universidad de Murcia, y al profesor Sergio Alexandre Gehrke de la Universidad de Santa María de Brasil que me han ayudado en el estudio experimental de investigación con los animales y en el análisis de los datos y de la histología obtenida.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. EL PROCESO BIOLÓGICO DE LA OSEOINTEGRACIÓN	2
2. LOS CAMBIOS ÓSEOS DESPUÉS DE LA EXTRACCIÓN Y LOS IMPLANTES EN ALVEOLOS FRESCOS	11
2.1. Estudios experimentales en animales	12
2.2. Estudios clínicos en pacientes	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
MATERIAL Y METODOS	36
1. ANIMALES	37
1.1. Modelo animal	37
1.2. Manejo de los animales	38
2. IMPLANTES	39
3. METODOS	40
3.1. Modalidad de tratamiento	40
3.2. Diseño del estudio	41
3.3. Método estadístico	45
3.4. Comité ético	45
RESULTADOS	46
1. TEJIDOS DUROS	47

2. TEJIDOS BLANDOS	48
3. ALTURA OSEA CRESTAL	48
4. ESPESOR DE LOS TEJIDOS BLANDOS PERIIMPLANTARIOS	52
DISCUSION	57
CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	72

INTRODUCCION

1.EL PROCESO BIOLÓGICO DE LA OSEOINTEGRACION

La evidencia científica, a través de múltiples estudios, indica que la reabsorción y la aposición óseas ocurren de forma simultánea durante el proceso de la oseointegración y que es influenciada por varios factores. La mayor influencia radica en las diferencias entre las especies analizadas, seguidas de la geometría del implante, la morfología del proceso alveolar, la configuración de la superficie del implante, el tiempo de la cirugía y la carga funcional ¹.

Los fenómenos que integran la oseointegración constituyen un proceso secuencial que afecta a la reabsorción y aposición del tejido óseo que ha sido descrito en humanos y en estudios experimentales con animales ²⁻⁴. La cicatrización de los implantes dentales en el hueso alveolar está basado en el concepto de la oseointegración de Branemark et al. ⁵ o en la anquilosis funcional de Schroeder et al. ⁶ que originalmente se refería a unos periodos de cicatrización de varios meses con el objetivo del establecimiento de un contacto directo hueso-implante a nivel histológico observado en el microscopio óptico ⁵⁻⁶.

Los requisitos para conseguir la oseointegración incluían la realización de un mínimo trauma quirúrgico, el establecimiento de una estabilidad primaria y la ausencia de infección y micromovimientos durante la cicatrización ⁵⁻⁶. Posteriormente, se ha reducido los periodos de cicatrización mediante la utilización de modernos sistemas de implantes que han hecho posible mejorar la rehabilitación protodóncica de los pacientes con una carga funcional precoz ⁷⁻¹⁰. En este sentido, también se ha indicado la carga inmediata de los implantes como una alternativa

INTRODUCCION

realista en diversos protocolos clínicos y en determinadas regiones maxilares y/o mandibulares ¹¹⁻¹³.

La inserción de los implantes en el proceso alveolar origina una serie de fenómenos de la cicatrización que incluye la necrosis y la posterior reabsorción de la zona ósea traumatizada alrededor del cuerpo del implante concomitante con la formación de hueso nuevo. Mientras el implante no altere su estabilidad primaria por la unión entre su superficie y el hueso circundante, el mantenimiento a largo plazo de esta estabilidad provocará una unión biológica entre este cuerpo extraño y el tejido del huésped ⁵⁻⁶.

Un estudio experimental realizado por Berglundh et al ³ en perros valora los cambios en la cicatrización de los implantes insertados durante un periodo de entre 2 horas y 12 semanas ³. 20 perros fueron intervenidos con 160 implantes mandibulares. Los resultados demostraron que todos los implantes se oseointegraron. No existió movilidad en ningún implante. La mucosa solamente presentó algunos signos menores de inflamación durante las primeras semanas después de la cirugía, y no hubo infección durante todo el periodo de observación del estudio en ninguna localización de implantes³.

Los implantes utilizados fueron de dos superficies, arenada+grabada (SLA) con una rugosidad Sa $2,29 \pm 0,59 \mu\text{m}$ y mecanizada con una rugosidad Sa $0,35 \pm 0,17 \mu\text{m}$. Inicialmente, el espacio entre el implante y el hueso se ocupó con un coágulo seguido de un primitivo tejido de granulación que posteriormente fue reemplazado por una matriz ósea provisional ³.

INTRODUCCION

La aposición de hueso en la superficie del implante tiene lugar al principio después de la primera semana. Durante los primeros momentos y días (entre las 2 horas y 4 días), se encuentra presente hueso antiguo del huésped en contacto con las estrías o roscas del implante en un porcentaje del 6,3% y 6,5% en las superficies SLA y mecanizada, respectivamente ³.

Después de una semana, la aposición de hueso en la superficie del implante se incrementa con un porcentaje de hueso nuevo del 24,8% en la superficie SLA y del 13,9% en la superficie mecanizada, respectivamente. A las 2 semanas, se observa un proceso de reabsorción ósea con hueso nuevo se incrementa al 50% y 20%, en las correspondientes superficies SLA y mecanizada ³.

El mayor valor del contacto hueso-implante se encuentra a las 4 semanas en la superficie SLA llegando a un valor del 64%. El porcentaje desciende luego al 59% a las 12 semanas de cicatrización. Sin embargo, en la superficie mecanizada existe un pico del 40% a las 6 semanas, y este valor permanece estable después de las 12 semanas de cicatrización ³.

Estos hallazgos experimentales coinciden con los resultados de un estudio previo realizado en animales donde analizaron la respuesta tisular precoz a los implantes insertados en la tibia de conejos. ¹⁴ A los 3 días, existía una migración de células mesenquimales hacia el defecto y los primeros signos de formación ósea aparecieron después de la primera semana. El proceso de oseointegración no se completó hasta el periodo comprendido entre las 6 semanas y los 3 meses después de la inserción de los implantes ¹⁴.

INTRODUCCION

Sin embargo, este estudio no demostró la existencia temprana de un contacto directo hueso-implante en la superficie de los implantes ¹⁴. La posible razón de esta diferencia puede ser explicada por el hecho de que los implantes utilizados no eran de superficie rugosa como la arenada+grabada, sino que eran de superficie mecanizada. En este sentido, las superficies rugosas comparadas con las mecanizadas estimulan la osteoconducción y como consecuencia mejoran la integración del implante ^{3,14}.

Para validar los resultados obtenidos relacionados con los cambios histológicos tempranos en la respuesta biológica a los implantes por Berglundh et al ³ se desarrolló un segundo estudio por Abrahamsson et al ⁴ para evaluar el índice y el grado de oseointegración en las superficies mecanizadas y arenada+grabada durante las fases tempranas de la oseointegración.

En el estudio se utilizaron también 160 implantes en 20 perros. Los implantes utilizados fueron de dos superficies, arenada+grabada (SLA) con una rugosidad Sa $2,29 \pm 0,59 \mu\text{m}$ y mecanizada con una rugosidad Sa $0,35 \pm 0,17 \mu\text{m}$. El periodo observado fue de 2 horas hasta las 12 semanas. Los animales se sacrificaron y se realizaron las preparaciones de dos tipos, calcificadas y no calcificadas ⁴.

Todos los implantes se oseointegraron y ninguno presentó movilidad. A las 2 horas había una gran presencia de eritrocitos en una red de fibrina. Al cuarto día, el coágulo en su región proximal estaba penetrado por estructuras vasculares rodeadas por células mesenquimales parecidas a fibroblastos formando un tejido temprano de granulación. Posteriormente

INTRODUCCION

aparecieron macrófagos, monocitos como mecanismo de limpieza de la cicatrización. En la superficie ósea remanente, eran visibles los osteoclastos para realizar la degradación tisular en la reabsorción ósea ⁴.

Después de una semana, comenzó la formación de hueso medular en ambas superficies. En la superficie mecanizada este hueso nuevo apareció como una prolongación de la aposición ósea y con una matriz provisional de tejido conectivo rico en estructuras vasculares. En la periferia se encontraron células osteoblásticas ⁴.

Por otra parte, en los implantes con superficie arenada+grabada (SLA) se observaban grandes cantidades de tejido nuevo formado directamente con la superficie rugosa del implante. Además, se identificaba una clara formación de tejido óseo con estructuras trabecular rodeando los vasos sanguíneos. Los osteoblastos y los osteocitos se presentaban en el hueso laminar y trabecular ⁴.

A las 2 semanas, el hueso neoformado se había incrementado en ambas superficies. El hueso trabecular estaba presente en su totalidad. Evidentemente, existía mayor formación ósea en la superficie SLA que en la mecanizada. A las 4 semanas, una mayor cantidad de hueso medular había sido reemplazado por hueso laminar en contacto con el hueso preexistente y con la superficie del implante. En la superficie SLA se observaba presencia de médula ósea primaria y tejido mineralizado ⁴.

INTRODUCCION

Después de las 6 semanas, gradualmente se fué formando más tejido mineralizado en las dos superficies. Mientras que la cicatrización mostró similares características de reabsorción y aposición óseas, el índice y el grado de oseointegración fue superior en las superficies arenada+grabada (SLA) comparadas con las mecanizadas ⁴.

Los patrones de formación ósea observadas en ambas superficies, mecanizadas y arenadas+grabadas se corresponden con un modelado y remodelado óseos dinámico, lo que indica que el proceso de la cicatrización ósea sigue una secuencia biológica que generalmente no es influenciada por la microtopografía de la superficie. Sin embargo, al final del proceso de la cicatrización, existe una gran dependencia de las características del tipo de superficie del implante ¹⁵⁻¹⁶.

A este respecto, la superficie arenada+grabada parece como más osteoconductor favoreciendo la oseointegración temprana como el doble con respecto a la superficie mecanizada. En este sentido, la oseointegración en la superficie arenada+grabada en la segunda semana alcanza al 50%. Hay razones para asumir que esta formación temprana de hueso mineralizado puede ayudar a acortar el tiempo de carga funcional de los implantes con esta superficie comparados con los de superficie mecanizada como la experiencia acumulada ha evidenciado ^{4,7,10}.

En un estudio en perros, los segundos premolares fueron extraídos en la mandíbula. Después de 3 meses de cicatrización, los implantes fueron insertados en las localizaciones cicatrizadas y de los segundos premolares en los alveolos postextracción de la raíz distal de los terceros premolares.

INTRODUCCION

Se colocaron de forma inmediata coronas cementadas. Se sacrificaron los animales a la semana, dos semanas, 1 mes y 3 meses ¹⁷.

En las localizaciones cicatrizadas de los segundos premolares extraídos, se encontraron los siguientes porcentajes de hueso nuevo en los 4 periodos determinados de cicatrización, 7,2%, 19,0%, 51,0%, and 68,4%. En los alveolos postextracción de las raíces distales de los terceros premolares, los porcentajes fueron 7,7%, 16,1%, 48,7%, y 61,8%, respectivamente ¹⁷.

En las localizaciones cicatrizadas de los segundos premolares extraídos, se encontraron los siguientes porcentajes de hueso viejo en los 4 periodos determinados de cicatrización, 30,0%, 25,7%, 13,3%, and 4,2%. En los alveolos postextracción de las raíces distales de los terceros premolares, los porcentajes fueron 20,6%, 20,6%, 17,8%, y 2,9%, respectivamente ¹⁷.

Además de los estudios experimentales realizados en animales para valorar el proceso secuencial de los fenómenos de la oseointegración, se han realizado estudios en humanos ^{2,18}. En este sentido, un estudio proporciona información morfológica y morfométrica sobre la secuencia de la cicatrización y de la oseointegración en un modelo humano con implantes de superficie moderadamente rugosa con y sin modificaciones químicas (SLA y SLAactive hidrofílica) ².

28 voluntarios sanos sin tercer molar inferior intervinieron en el estudio. 49 implantes fueron insertados en la zona del tercer molar inferior. Después de 7, 14, 28 y 42 días, los implantes fueron retirados mediante un

INTRODUCCION

colgajo mucoperióstico. La cicatrización fue favorable en todas las localizaciones. En el 61% de los implantes se realizó un análisis morfométrico. Todas las superficies de los implantes estaban parcialmente recubiertas con restos óseos y una nueva formación fue observada ya a los 7 días después de la inserción ².

Se observó un gradual incremento de hueso nuevo con áreas de hueso viejo, mientras que los restos óseos disminuyeron con el tiempo. Los osteoclastos fueron identificados en la superficie del hueso viejo durante la reabsorción pero no asociados a los restos óseos. El hueso neoformado después de 2 y 4 semanas era superior en las superficies SLA active hidrofílicas de forma significativa ².

La proporción restos óseos:tejidos blandos cambió de forma significativa de los 7 a los 42 días del 50:50 al 10:90 en la superficie SLA active hidrofílica, mientras que en la superficie SLA varió desde 38:62 hasta 10:90. A los 7 días, fue observada en ambas superficies, una formación inicial de hueso nuevo sobre la superficie del hueso viejo asociado a restos óseos a distancia de la superficie del implante ².

A los 14 días, la formación ósea está más avanzada en ambas superficies. Los restos óseos estaban presente en la superficie de los implantes, predominantemente en las áreas iniciadas de formación ósea. Además, los restos óseos estaban dentro de la red trabecular de la matriz del tejido blando provisional conectando el nuevo y el viejo hueso. La reabsorción ósea estaba presente en el hueso viejo con células osteoclasticas ².

INTRODUCCION

A los 28 días, está presente la cicatrización de las superficies. Los restos óseos y partículas óseas remanentes están presentes sobre la superficie del implante. Los restos óseos están dentro de la matriz mineralizada de hueso neoformado. Una nueva formación de hueso es evidente y una red trabecular de hueso medular conectado con hueso neoformado ².

A los 42 días, la mayor parte de la superficie de los implantes está recubierta de hueso neoformado. En las áreas con un estado avanzado de maduración ósea, los restos óseos no son reconocibles de la matriz ósea mineralizada. Sin embargo, aún hay zonas con inicial deposición de hueso sobre la superficie con restos óseos. Existe también ya tejido osteoide y osteoblastos. También son evidentes los primeros signos de reabsorción ósea ².

Los resultados globales de este estudio histológico realizado en humanos demuestra que las superficies ensayadas arenadas+grabadas se oseointegraron progresivamente, mientras el hueso viejo fue gradualmente reabsorbido. Ambas superficies alcanzaron una proporción de contacto hueso-implante del 62% a los 42 días. Estos datos se corresponden, a pesar de las diferencias de especies, con los estudios experimentales sobre animales con valores aproximados del 50% ^{1,4,19}. Después de los 14-28 días de cicatrización, el presente estudio en humanos demuestra un diferente contacto hueso-implante a favor de la superficie SLA active hidrofílica ¹⁹.

El proceso de la oseointegración de los implantes de titanio depende de un número importante de variables como consecuencia de los parámetros biológicos analizados en los diferente estudios histológicos con

INTRODUCCION

una influencia potencial sobre la respuesta biológica del huésped. Estas variables pueden determinar el índice y la extensión de la oseointegración en determinados momentos en diferentes especies. En este sentido, se ha sugerido que la oseointegración temprana en un modelo animal es el doble de efectiva que en humanos ¹⁸.

Sin embargo, no hay una metodología unánimamente aceptada para valorar la oseointegración y comparar los resultados de los diferentes estudios. Es difícil realizar un paralelismo de los procesos biológicos de la oseointegración en las diferentes especies. El modelo de conejo está lejos de ser comparado con el modelo canino, y el modelo canino con el modelo humano ²⁰.

En este sentido, los resultados histológicos realizados en conejos demuestran que a los 4-6 días, existe un 18-19% de oseointegración con hueso neoformado ²⁰, en comparación a los 25 días con un 28,4% de oseointegración en superficies arenadas+grabadas y a los 18 días con un 24,5% en las SLA activas hidrofílicas en humanos ^{2,18}.

2. LOS CAMBIOS OSEOS DESPUÉS DE LA EXTRACCIÓN Y LOS IMPLANTES EN ALVEOLOS FRESCOS

Los fenómenos biológicos que ocurren después de la extracción dental han sido estudiados en estudios con animales de experimentación y en biopsias con pacientes ²¹⁻²². Los diferentes estadios que configuran la cicatrización del alveólo y la progresiva sustitución por tejido óseo duran entre 4-6 semanas, aunque la remodelación definitiva puede durar hasta 4 meses ²³⁻²⁴.

INTRODUCCION

Después de la extracción ocurren cambios morfológicos importantes. Aproximadamente entre 5-7 mm se reduce la distancia horizontal o anchura vestibulo lingual después un periodo de 6-12 meses después de la extracción, lo que representa casi el 50% de la anchura alveolar inicial. La mayoría de estos cambios tienen lugar en los 4 primeros meses de cicatrización. A estos cambios horizontales se acompañan cambios en la altura o apicoronales con una reducción de 2 a 4,5 mm. Sobre todo si son varias las extracciones realizadas²⁵⁻²⁶.

2.1. ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN ANIMALES.

Después de la pérdida de los dientes, existe una progresiva involución del hueso alveolar en sus dimensiones horizontales y verticales²⁷⁻²⁸. El estudio clásico de Araujo y Lindhe²⁸ tenía como objetivo estudiar los cambios dimensionales en el proceso alveolar que tiene lugar después de la extracción dental como consecuencia del modelado y remodelado óseo asociado con estos cambios²⁸.

12 perros de raza Mongrel fueron incluidos en el estudio. En los cuadrantes mandibulares se realizaron la hemisección de los terceros y cuartos premolares. Las raíces distales de los cuartos premolares fueron extraídas. Los animales se sacrificaron a las 1, 2, 4 y 8 semanas de cicatrización. Los bloques conteniendo los alveolos frescos fueron disecados, descalcificados e incluidos en parafina. Las secciones fueron teñidas con hematoxilina-eosina²⁸.

Las alteraciones dimensionales tuvieron lugar durante las primeras 8 semanas siguientes a la extracción de los premolares mandibulares. En este

INTRODUCCION

intervalo se originó una gran actividad osteoclástica con reabsorción del área crestal, tanto de la pared vestibular como lingual. La reducción de la altura de estas paredes óseas fue más pronunciada en la pared vestibular. La reducción en altura fué acompañada también por una pérdida ósea horizontal causada por los osteoclastos presente en las paredes óseas del alveolo ²⁸.

La reabsorción de las paredes vestibular y lingual en las localizaciones postextracción ocurre en dos fases superpuestas. Durante la primera fase, el hueso alveolar próximo al ligamento periodontal, es reabsorbido y reemplazado por hueso fibroso reticular. En una segunda fase, existe una reabsorción por fuera de las paredes del alveolo. La causa de esta pérdida ósea adicional no se conoce ²⁸.

Posteriormente, este grupo de investigación, ha evaluado los cambios dimensionales en los rebordes alveolares después de la inserción de implantes en los alveolos frescos postextracción en perros ²⁹⁻³¹. Un primer estudio fue realizado en 5 perros Beagle. En los cuadrantes mandibulares, a nivel del tercer y cuarto premolar. Se realizaron colgajos vestibulares y linguales. Las raíces mesiales de los cuartos premolares fueron endodonciadas y los dientes hemiseccionados ²⁹.

Las raíces distales de los terceros y cuartos premolares fueron extraídas en el lado derecho, y se insertaron los implantes con superficie SLA en estos alveolos frescos. En el lado izquierdo, se dejó cicatrizando espontáneamente. Las raíces mesiales se retuvieron como control quirúrgico. A los 3 meses, los animales fueron examinados y se

INTRODUCCION

sacrificaron. Se realizaron bloques de tejidos conteniendo las localizaciones de los implantes y las raíces mesiales para ser observados al microscopio ²⁹.

En las localizaciones con implantes postextracción, el nivel de contacto hueso-implante fue localizado $2,6 \pm 0,4$ mm en la pared vestibular y $0,2 \pm 0,5$ mm en la pared lingual, apicalmente, al nivel del implante. En las localizaciones cicatrizadas, la distancia vertical media entre la terminación marginal de las paredes vestibular y lingual fue de $2,2 \pm 0,9$ mm. En las localizaciones tratadas, la pérdida de inserción ósea media de las paredes vestibular y lingual fue de $0,5 \pm 0,5$ mm y de $0,2 \pm 0,3$ mm, respectivamente ²⁹.

El estudio demuestra que a pesar de la inserción de los implantes en los alveolos postextracción, existe unas marcadas alteraciones dimensionales después de 3 meses. En este sentido, la colocación de un implante postextracción en un alveolo fresco no previene la remodelación ósea que ocurre en sus paredes. La altura resultante en las paredes vestibular y lingual después de los 3 meses de seguimiento fue similar tanto en las localizaciones postextracción tratadas con implantes como en las localizaciones cicatrizadas, mientras que la pérdida vertical ósea fue más pronunciada en la pared vestibular que en la lingual ²⁹.

Estudios similares han confirmados estos hallazgos histológicos, en el sentido de que la colocación de los implantes no preservan la dimensión de los tejidos duros del reborde alveolar ³⁰⁻³¹. Existe reabsorción de ambas paredes vestibular y lingual, y además, existe mayor pérdida ósea marginal en la pared vestibular ³⁰.

INTRODUCCION

Un estudio similar realizado en las áreas premolares y molares de perros Beagle demuestra como la anchura de la pared no influye en estos cambios dimensionales. De hecho, se demostró una mayor pérdida de hueso en las localizaciones molares tratadas con implantes postextracción comparadas con las premolares ³⁰.

Así mismo, se han descrito cambios relacionados con la oseointegración de los implantes en alveolos frescos postextracción con respecto a las paredes óseas vestibulares y linguales en perros ³¹. De hecho, se ha demostrado en este estudio experimental que el espacio entre la porción marginal del implante y las paredes del alveolo fresco se rellena con un coágulo. Este coágulo a las 4 semanas es reemplazado por hueso neoformado ³¹.

En este periodo inicial de 4 semanas, las paredes vestibulares y linguales sufren una reabsorción ósea pronunciada. El hueso cortical es reabsorbido y la altura vestibular está marcadamente reducida. Entre las 4 y 12 semanas, el proceso de cicatrización continúa y la altura cresta vestibular se reduce ³¹.

Desde un punto de vista de la oseointegración, el estudio demuestra que en las muestras obtenidas a las 2 horas de la extracción e inserción del implante se observa un coágulo con células en una delicada red de fibrina que ocupa el gap entre el implante y la pared interna del alveolo fresco. A las 4 semanas, el cóagulo se ha convertido en hueso en contacto con la superficie rugosa del implante. Las trabéculas de este nuevo hueso está reforzada por hueso laminar fibroso ³¹. Otros estudios confirman estos resultados histológicos ^{3-4,14,16}.

INTRODUCCION

Una importante observación de este estudio experimental en perros es la continua reabsorción de la región crestal en ambas paredes vestibulares y linguales entre las 4 y 12 semanas. Esta progresiva reabsorción incluye nuevo hueso formado. Como resultado se produce una deshicencia ósea mayor de 2 mm en la pared vestibular del implante que es resultado de la reabsorción que sigue a la inserción del implante ³¹.

Diversos estudios experimentales han demostrado que las características del implante pueden influir en la respuesta ósea. El diseño, la rugosidad de la superficie, la posición quirúrgica y el tipo de carga tienen una gran importancia en los implantes insertados en alveolos postextracción ³²⁻³⁷.

La posición quirúrgica de los implantes puede influir en el grado de oseointegración. En este sentido, un estudio evalúa el contacto hueso-implante (BIC) en implantes postextracción insertados a diferentes niveles en relación a la cresta ósea en 6 perros Foxhound. El estudio comprendía la extracción de los segundos, terceros y cuartos premolares de forma bilateral y la inserción randomizada de tres implantes en cada hemimandíbula a nivel crestal (grupo control) y a nivel subcrestal 2 mm por debajo (grupo test) ³².

3 perros fueron seguidos durante un periodo de cicatrización de 8 semanas, mientras que los otros 3 perros fueron seguidos durante un periodo de 12 semanas. Se realizó un estudio histomorfométrico y de la reabsorción ósea. Todos los implantes cicatrizaron sin problemas. Los valores totales medios de BIC fueron de $44,52\% \pm 8,67\%$ y $39,50\% \pm 9,25\%$

INTRODUCCION

a las 8 y 12 semanas, respectivamente para el grupo control; y de 47,33%±5,23% y de 53,85%±4,21% a las 8 y 12 semanas en el grupo test, respectivamente ³².

El presente estudio reveló una mayor reabsorción en la cresta vestibular que en la cresta lingual. Esta deshicencia ósea después de la inserción de los implantes postextracción puede tener importancia estética porque puede exponer las espiras de los implantes. La reabsorción ósea fué menor en el grupo de los implantes colocados subcrestalmente. Además, los mayores valores de BIC fueron encontrados en los implantes insertados de forma subcrestal ³².

Estos resultados pueden tener una trascendencia clínica, ya que los implantes suelen insertarse a nivel crestal. Sin embargo, los implantes pueden insertarse subcrestalmente en áreas estéticas para minimizar el riesgo de exposición del cuello del implante y disponer de un mayor espacio de dimensión vertical para poder desarrollar una adecuado perfil de emergencia ³⁸.

En este sentido, se ha sugerido también que los implantes pueden ser insertados 1 mm subcrestalmente para reducir o eliminar la exposición de la zona rugosa del implante por encima de la cresta alveolar, lo que confirma los resultados positivos de profundizar o introducir algo más la inserción de los implantes postextracción. Además, la inserción de los implantes puede aumentar más el BIC del cuello de los implantes ^{37,39-40}.

Además de la posición macroscópica del implante en la técnica postextracción, la superficie rugosa o tratada puede mejorar la respuesta

INTRODUCCION

ósea en animales de experimentación comparada con la superficie mecanizada. De hecho, los defectos marginales óseos pueden cicatrizar mejor con una superficie rugosa, y la superficie mecanizada parece ser menos predecible ³³.

Un estudio realizado en perros valora estos aspectos tanto en técnica sumergida como no sumergida. Después de las extracciones, a los 3 meses, se realizó un gap circunferencial alrededor del lecho implantario de 1 a 1,25 mm. Se insertaron en cada hemimandíbula 2 implantes, uno con superficie rugosa y otro con superficie mecanizada. Los implantes derechos fueron sumergidos y los izquierdos no sumergidos ³³.

Los animales fueron sacrificados a los 4 meses, los bloques fueron disecados e incluidos en parafina. Los defectos marginales alrededor de los implantes con superficie rugosa presentaron una cicatrización ósea completa con un alto grado de oseointegración tanto los sumergidos como los no sumergidos. La cicatrización de los implantes mecanizados se caracterizó por un incompleto sellado y la presencia de tejido coenctivo entre el implante y el hueso neoformado ³³.

La distancia entre el margen del implante y el nivel más coronal del contacto hueso-implante en los implantes de superficie rugosa fué de $0,84\pm 0,37$ mm en los sumergidos y de $0,90\pm 0,39$ mm en los no sumergidos. Esta distancia en los implantes de superficie mecanizada fué de $3,39\pm 0,52$ mm en los sumergidos y de $3,23\pm 0,68$ mm en los no sumergidos. Estas diferencias eran estadísticamente significativas ³³.

INTRODUCCION

Estos resultados son confirmados en un estudio donde se compara la influencia de las superficies de los implantes en los alveolos postextracción de perros Beagle ³⁵. El estudio evalúa la reabsorción crestral ósea y la aposición ósea con una superficies arenada+grabada convencional y otra modificada con iones de hidróxido para conseguir una mayor energía superficial ³⁵.

6 perros Beagle fueron incluidos en el estudio, se le extrajeron los terceros y cuartos premolares y las raíces distales de los primeros molares. En cada hemimandíbula se insertaron los implantes con superficie modificada en el lado derecho, y con la superficie no modificada en el lado izquierdo. Los perros fueron sacrificados a la 2, 4 y 12 semanas después de la inserción de los implantes ³⁵.

La reabsorción ósea media fue mayor en todos los implantes con la superficie no modificada (2,28 mm±1.9 mm) que en la modificada (1,21 mm± 1,05mm) a las 12 semanas. El porcentaje medio de hueso neoformado en contacto con los implantes fué de 44,67% ±0,19% y de 36,6%±0,11% en las superficies modificadas y no modificadas, respectivamente ³⁵.

El estudio concluye con una mayor aposición de hueso (8% más) y una menor reabsorción (1,07 mm) en la superficie modificada que en la no modificada a las 12 semanas de cicatrización. Estos resultados coinciden con un estudio similar, donde las superficies arenadas + grabadas presentan un mayor BIC ($\geq 10\%$) que las superficies standard ⁴¹.

La modificación de la superficie arenada+grabada con iones hidroxilo puede reducir el periodo de cicatrización e incrementar la

INTRODUCCION

aposición ósea en la inserción inmediata de implantes postextracción ³⁵. La geometría del implante y el tratamiento de la superficie afecta al índice de la reabsorción crestral ósea y a la cicatrización del hueso alrededor de los implantes sugiriendo que estas alteraciones dimensionales que ocurren entre las 2 y 12 semanas están relacionadas con la adaptación funcional del reborde alveolar posterior a la pérdida dental ⁴².

Recientemente, se ha evaluado la neoformación ósea y la microarquitectura ósea trabecular con dos tipos de superficies en alveolos frescos en perros ⁴³. Las dos superficies eran arenadas con partículas de hidroxiapatita pero en el cuerpo del implante, una era la convencional (TSV) y otra era con una mayor porosidad (TM) ⁴³.

8 perros recibieron 4 implantes en la mandíbula después de las extracciones. Se valoraron los resultados a 2, 4, 8 y 12 semanas. La histomorfometría reveló un significativo mayor hueso neoformado en la superficie TM que en la TSV en todos los periodos examinados. Histológicamente, los implantes con superficie TM presentaron mayor crecimiento óseo con predominio de hueso reticular inmaduro en la fase temprana del estudio. La microestructura ósea trabecular fue más rápida en los implantes TM que en los TSV ⁴³.

La configuración y el tamaño de los implantes también puede influir en la osoeintegración de los implantes insertados de forma inmediata en alveolos frescos postextracción ³⁷. En este sentido, en 6 perros Labrador se realizó un estudio con dos tipos macroscópicos de implantes, implantes control de forma cilíndrica y de 3,3 mm de diámetro e implantes test de forma cónica y diámetro de 5 mm ³⁷.

INTRODUCCION

Después de 4 meses de cicatrización, los patrones reabsortivos de la cresta alveolar se midieron histomorfométricamente. Con una sola excepción, todos los implantes se integraron en hueso mineralizado compuesto de hueso maduro laminar. La cresta alveolar sufrió un proceso de reabsorción tanto en los implantes test como control. La reabsorción fue más pronunciada en la pared vestibular y significativamente más en los implantes test de 5 mm ($2,7\text{mm} \pm 0,4\text{mm}$) que en los control de 3,3 mm ($1,5\text{mm} \pm 0,6\text{mm}$)³⁷.

Sin embargo, los implantes control de 3,3 mm estaban asociados a defectos residuales más profundos tanto en la pared vestibular como lingual, mientras que estos defectos estaban ausentes en los implantes test. Este estudio indica que el diseño macroscópico en forma de raíz y diámetro ancho de los implantes no previene la reabsorción de la cresta alveolar. Al contrario, la reabsorción es más marcada en el área vestibular y lingual de estos implantes que en los standard cilíndricos³⁷.

Además, de la geometría macroscópica y de la superficie de los implantes, la misma técnica quirúrgica puede influir en los resultados de la respuesta ósea a los implantes postextracción⁴³. Un estudio evalúa el efecto de la velocidad del fresado en la cicatrización ósea precoz en la mandíbula de 6 perros, donde los premolares y molares fueron extraídos⁴⁴.

Después de 2 meses, 3 implantes recubiertos de hidroxiapatita fueron implantados a diferentes velocidades de fresado, 50, 800 y 1200 rpm, en el lado derecho y en el lado izquierdo después de 2 semanas. La frecuencia de resonancia (ISQ) fue medida a las 2 y 4 semanas⁴⁴.

INTRODUCCION

Basado en los valores ISQ, el grupo de 1200 rpm mostró el mayor valor que los de 50 rpm tanto a las 2 como a las 4 semanas. La formación de hueso nuevo alrededor de los implantes fué mayor en el grupo de 800 rpm a las 2 semanas y de 1200 rpm a las 4 semanas. El contacto hueso-implante del 50% superior del proceso alveolar fue mayor en los implantes insertados a 800 rpm a las 2 semanas y de 1200 rpm a las 4 semanas ⁴⁴.

El estudio concluye que las velocidades de 50, 800 y 1200 rpm de fresado presentan resultados favorables, siendo la de mayor velocidad la que presenta globalmente una mejor respuesta biológica ⁴⁴.

Resultados similares son obtenidos en un estudio donde se evalúa el efecto de la velocidad de fresado en la cicatrización precoz de implantes insertados en la tibia de perros ⁴⁵. 36 implantes de 4x10 mm fueron colocados en 6 perros Beagle a velocidades de 100, 500 y 1000 rpm. Se evaluó el contacto hueso-implante y la fracción de ocupación de área ósea. Se observó un incremento significativo del BIC desde 1 a 3 semanas en todos los grupos. No se observaron diferencias con respecto a la fracción de ocupación ósea en los grupos de 100 y 500 rpm, sin embargo, hubo diferencia en el grupo de 100 rpm de 1 a 3 semanas ⁴⁵.

Los grupos de 100 y 500 rpm presentaron una significativa mayor ocupación ósea que los de 1000 rpm a la semana. El estudio concluye que uno de los factores decisivos para conseguir una oseointegración temprana es globalmente, una velocidad de fresado de 1000 rpm porque parece obtener una mejor respuesta biológica ⁴⁵.

INTRODUCCION

La técnica quirúrgica puede influir en los resultados de la respuesta ósea a los implantes postextracción. En este sentido, la realización de una técnica con o sin colgajo puede modificar la respuesta ósea a los implantes ⁴⁶. Un estudio compara la estabilidad y la oseointegración de los implantes en la mandíbula de 6 perros, con ambas técnicas quirúrgicas donde los premolares y molares fueron extraídos ⁴⁶.

A las 8 semanas, 4 implantes fueron insertados con las técnicas con y sin colgajo. La estabilidad fue analizada a las 2, 4 y 8 semanas. La estabilidad primaria (ISQ) se incrementó a las 8 semanas sin diferencias entre ambas técnicas. El porcentaje de contacto hueso-implante fué del 60,27% \pm 30,99% para la técnica sin colgajo y del 59,73% \pm 17,12% para la técnica con colgajo ⁴⁶.

Los resultados mostraron una formación de hueso nuevo del 56,07% \pm 27,78% para la técnica sin colgajo y de 57,00% \pm 14,66% para la técnica con colgajo, sin diferencias significativas. El estudio concluye que la estabilidad primaria y la oseointegración se obtienen de forma similar con ambas técnicas quirúrgicas, con y sin colgajo ⁴⁶.

2.2. ESTUDIOS CLÍNICOS EN PACIENTES.

Las observaciones de los cambios dimensionales que siguen a la extracción dental en animales de experimentación coinciden con los hallazgos de otros estudios clínicos ^{27,47}. Botticelli et al ²⁷ valoran las alteraciones dimensionales durante un periodo de 4 meses siguiendo a la inserción de implantes en alveolos frescos postextracción. 18 pacientes con 21 dientes diagnosticados para su extracción fueron incluidos en el estudio.

INTRODUCCION

Se levantaron un colgajo y se realizaron las extracciones, sin utilización de membranas o biomateriales. Se tomaron las mediciones de las paredes óseas remanentes y del defecto marginal. Los implantes fueron insertados de forma no sumergida con un tornillo de cicatrización expuesto al medio oral. A los 4 meses de cicatrización se realizaron de nuevo las mediciones²⁷.

52 defectos marginales excedían de los 3 mm en el inicio de la investigación, 17 linguales y 14 proximales. A los 4 meses, aún permanecían los defectos de más de 3 mm. Durante los 4 meses del estudio, las paredes óseas de los alveolos postextracción presentaron cambios notables. La reabsorción de la pared vestibular alcanzó al 56%. La reabsorción de la pared lingual/palatina fué del 30%. La reabsorción crestal vestibular fue de $0,3\pm 0,6$ mm y la de la pared lingual/palatina fue $0,6\pm 1,0$ mm; $0,2\pm 0,7$ mm de la pared mesial y $0,5\pm 0,9$ mm de la pared distal²⁷.

El estudio concluye que el gap marginal entre el alveolo y el implante tuvo una cicatrización predecible con formación de hueso y resolución del defecto. Los datos analizados de las mediciones dimensionales demostraron que los defectos vestibulares y linguales/palatinos se resolvieron mediante una formación de hueso nuevo en el interior de los defectos y una importante reabsorción por fuera del proceso alveolar²⁷.

La reducción más rápida en el hueso alveolar tiene lugar durante los primeros tres meses^{28,48}. Los implantes colocados en alveolos inmediatamente después de la extracción dental presentan un rango de

INTRODUCCION

éxito del 92,7% al 98% ⁴⁹. Algunos autores sugieren que la inserción inmediata de los implantes en los alveolos frescos postextracción pueden contrarrestar el proceso de remodelación ósea y preservar las dimensiones del reborde alveolar ⁵⁰⁻⁵². Sin embargo, los estudios experimentales realizados en animales han fracasado en demostrar esta hipótesis ^{27,29}.

Araújo et al. ²⁹⁻³⁰ observaron que existe una reabsorción pronunciada de las paredes óseas vestibulares y linguales después de la inserción inmediata de los implantes en alveolos frescos postextracción. Sin embargo, los estudios longitudinales a largo plazo indican que no hay diferencias significativas en el éxito y en los resultados estéticos entre implantes inmediatos e implantes diferidos ⁵³⁻⁵⁵.

Las condiciones quirúrgicas ideales de los implantes inmediatos en alveolos frescos incluye la realización de una técnica atraumática para la extracción dental, la preservación de las paredes del alveolo, y el curetaje alveolar para eliminar las posible presencia de posibles restos patológicos inflamatorios y/o infecciosos ⁵⁶⁻⁵⁸.

La estabilidad primaria es también un requisito esencial para conseguir una adecuada inserción de los implantes que deben exceder de a 3-5 mm, apicalmente, la longitud del alveolo, y el diámetro del implante debe ser mayor que la anchura del alveolo postextracción ⁵⁹⁻⁶¹.

Gehrke et al. ⁶² demostraron que la estabilidad de los implantes insertados en alveolus postextracción o en localizaciones cicatrizadas presentaron una similar evolución del ISQ a lo largo del tiempo (con datos obtenidos en tres temporalizaciones, a los 0, 90 y 150 días).

INTRODUCCION

La experiencia clínica en los últimos 15 años ha demostrado el éxito del tratamiento con implantes inmediatos postextracción. En este sentido, se ha incrementado el número de artículos relacionados con la inserción de implantes de forma inmediata después de la extracción dental en la literatura científica porque la evidencia experimental y clínica ha sido extraordinaria⁶³⁻⁷⁰.

Este interés creciente es consecuencia del hecho de que este enfoque implantológico puede clínicamente reducir el tiempo de tratamiento y el número de cirugías, disminuyendo el impacto clínico negativo en el paciente. Además, una ventaja adicional radica en que el alveolo postextracción presenta una única fase de cicatrización y se disminuye aunque no se evita la reabsorción del hueso alveolar⁶³⁻⁷⁰.

Los implantes inmediatos postextracción pueden ofrecer ventajas clínicas importantes en la preservación de los tejidos blandos y duros alrededor de los implantes⁷¹⁻⁷². Esta técnica reduce la altura de los defectos óseos en un 13,1% y en un 20% reduce el defecto óseo horizontal. La preservación de la anchura y altura del reborde óseo no solamente es importante para la inserción del implante sino que puede ser crítico sobre todo en áreas con especial importancia estética⁷¹⁻⁷².

Desde un punto de vista clínico, la técnica de implantes inmediatos postextracción se ha convertido en una técnica implantológica frecuente con un alto grado de predictibilidad similar a la inserción de implantes de forma convencional con unas tasas elevadas de éxito superior con tasas de éxito superiores al 95%^{57,58,67,71}.

INTRODUCCION

Un estudio mostró los resultados del tratamiento con implantes dentales insertados inmediatamente después de la extracción ⁵⁷. 22 pacientes con pérdida dental unitaria, parcial o total fueron tratados con 82 implantes de conexión externa y con superficie arenada. Todos los implantes fueron insertados después de la extracción correspondiente. Los implantes fueron cargados después de un periodo de cicatrización de 3 meses en la mandíbula o 6 meses en el maxilar superior ⁵⁷.

Los hallazgos clínicos indican una supervivencia y éxito de los implantes del 97,6%. 2 implantes se perdieron durante el periodo de cicatrización. El 73,2% de los implantes fueron insertados en el maxilar superior mientras que el 26,8% en la mandíbula. Después de un periodo medio de carga funcional de 12 meses, no ha habido complicaciones tardías. Este estudio de forma preliminar indica que los implantes dentales insertados de forma inmediata después de la extracción pueden constituir una alternativa implantológica predecible y exitosa ⁵⁷.

Más recientemente, un estudio valora los resultados de las restauraciones inmediatas en implantes dentales unitarios insertados después de la extracción y cargados de forma inmediata ⁶¹. 36 pacientes con pérdidas dentales unitarias anteriores fueron tratados con 64 implantes de conexión interna y de superficie arenada y grabada ⁶¹.

Todos los implantes fueron insertados después de la extracción correspondiente y fueron cargados de forma inmediata. A los 3 meses se realizaron las prótesis definitivas. Los hallazgos clínicos indican una supervivencia y éxito de los implantes del 96,9%, después de un periodo medio de carga funcional de 58,7 meses, ya que 2 implantes se perdieron ⁶¹.

INTRODUCCION

El 81,2% de los implantes fueron insertados en el maxilar superior mientras que el 18,8% en la mandíbula. Se realizaron 64 coronas unitarias provisionales de resina y posteriormente de cerámica a los 3 meses. Este estudio indica que el tratamiento con implantes dentales insertados después de la extracción y cargados de forma inmediata con coronas unitarias puede constituir una alternativa implantológica predecible y exitosa ⁶¹.

El proceso biológico de remodelación ósea influye en la pérdida ósea marginal en los implantes postextracción tanto en estudios experimentales como clínicos ^{28,59}. Los factores relacionados con los implantes como la geometría macroscópica, la superficie del implante y la conexión implante-pilar influyen en esta respuesta biológica provocando diferentes grados de oseointegración ^{37,41}.

En los implantes postextracción se configura en la fase inicial un defecto óseo residual (gap) entre el cuello del implante y las paredes del alveolo. Sin embargo, los resultados clínicos a largo plazo indican que los tejidos periimplantarios se mantienen con éxito, como demuestra un estudio a 10 años, con un éxito del 100% de supervivencia, donde el 82% de los implantes presentaban solamente una pérdida ósea media de 0,6mm-1,5mm ⁷³.

La pérdida de hueso crestal es un parámetro biológico importante para evaluar los resultados clínicos de los implantes postextracción. En este sentido, en un estudio a 2 años, la pérdida media de hueso marginal fue de 0,67 mm, con un rango de 0 a 1,5 mm ⁵⁸. Estos hallazgos clínicos son confirmados por diversos estudios que han demostrado que los implantes

INTRODUCCION

inmediatos postextracción mantienen de forma exitosa sus niveles originales de hueso marginal periimplantario ⁶⁴⁻⁶⁵.

Un estudio prospectivo a 5 años muestra una ganancia global de 0,23 mm \pm 0,43 mm en el nivel óseo, aunque en el primer año hubo una mínima pérdida ósea (0,21 mm \pm 0,14 mm). No se perdió ningún implante. Los niveles de placa y de mucositis fueron bajos, menos del 20%. Un importante factor de éxito fue la realización de un programa supervisado de higiene oral ⁶⁴.

Además, los niveles de tejidos blandos pueden ser mantenidos por su importancia estética, como demuestra un estudio a 3 años en implantes postextracción maxilares donde el margen mucoso se encontraba al mismo nivel que originalmente después de la inserción en el 43% de las localizaciones bucales, mientras que en el 30% existía una ganancia de 1 mm ⁶⁵.

Los implantes no sumergidos presentan los mismos resultados comparables con los resultados clínicos de los implantes sumergidos, lo que proporciona una mayor satisfacción a los pacientes con una reducción del tiempo y de las intervenciones quirúrgicas, conservando similares resultados estéticos que los obtenidos con la técnica sumergida ⁷⁴.

Aunque en el protocolo clásico del grupo sueco de Branemark ⁵ se recomendaba como un requisito para conseguir la oseointegración de los implantes, la realización de 2 cirugías; sin embargo la experiencia acumulada, fundamentalmente, por la escuela suiza, demuestra que la

INTRODUCCION

técnica no sumergida (1 cirugía) proporciona, así mismo, una buena respuesta tisular ósea y de los tejidos blandos ⁶.

En este sentido, los resultados de algunos estudios confirman estos hallazgos clínicos favorables, ya que los implantes fueron insertados de forma no sumergida. La valoración clínica y el seguimiento a largo plazo de ambas técnicas quirúrgicas (sumergida-2 fases y no sumergida-1 fase) indican que los resultados funcionales y estéticos con los diferentes sistemas de implantes son muy aceptables ⁷⁵⁻⁷⁶.

De hecho, se han comparado los resultados clínicos de los implantes Branemark insertados con ambos procedimientos (1 o 2 fases quirúrgicas) sin diferencias de supervivencia y éxito, lo que indica que ambas técnicas son igualmente predecibles ⁷⁷. En este sentido, los implantes sumergidos como no sumergidos han demostrado ser una buena opción terapéutica para la rehabilitación del paciente con pérdidas dentales unitarias ⁷⁸⁻⁷⁹.

En este contexto, Abrahamsson et al. ⁸⁰ compararon la mucosa y los tejidos óseos alrededor de implantes no sumergidos y sumergidos encontrando que los parámetros como la longitud de la barrera epitelial o de la mucosa periimplantaria, la altura de la zona integrada del tejido conectivo, el nivel de hueso marginal, y la densidad del hueso entre las estrías o roscas del implante eran exactamente idénticas entre los dos grupos experimentales al final del periodo de cicatrización ⁷⁵.

**PLANTEAMIENTO
DEL
PROBLEMA**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evidencia científica, a través de múltiples estudios, indica que la reabsorción y la aposición óseas ocurren de forma simultánea durante el proceso de la oseointegración y que es influenciada por varios factores. La mayor influencia radica en las diferencias entre las especies analizadas, seguidas de la geometría del implante, la morfología del proceso alveolar, la configuración de la superficie del implante, el tiempo de la cirugía y la carga funcional ¹.

Los fenómenos que integran la oseointegración constituyen un proceso secuencial que afecta a la reabsorción y aposición del tejido óseo que ha sido descrito en humanos y en estudios experimentales con animales ²⁻⁴. La cicatrización de los implantes dentales en el hueso alveolar está basado en el concepto de la oseointegración de Branemark et al. ⁵ o en la anquilosis funcional de Schroeder et al. ⁶ que originalmente se refería a unos periodos de cicatrización de varios meses con el objetivo del establecimiento de un contacto directo hueso-implante a nivel histológico observado en el microscopio óptico ⁵⁻⁶.

La inserción de los implantes en el proceso alveolar origina una serie de fenómenos de la cicatrización que incluye la necrosis y la posterior reabsorción de la zona ósea traumatizada alrededor del cuerpo del implante concomitante con la formación de hueso nuevo. Mientras el implante no altere su estabilidad primaria por la unión entre su superficie y el hueso circundante, el mantenimiento a largo plazo de esta estabilidad provocará una unión biológica entre este cuerpo extraño y el tejido del huésped ⁵⁻⁶.

El proceso de la oseointegración de los implantes de titanio depende de un número importante de variables como consecuencia de los

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

parámetros biológicos analizados en los diferentes estudios histológicos con una influencia potencial sobre la respuesta biológica del huésped. Estas variables pueden determinar el índice y la extensión de la oseointegración en determinados momentos en diferentes especies. En este sentido, se ha sugerido que la oseointegración temprana en un modelo animal es el doble de efectiva que en humanos ¹⁸.

Sin embargo, no hay una metodología unánimemente aceptada para valorar la oseointegración y comparar los resultados de los diferentes estudios. Es difícil realizar un paralelismo de los procesos biológicos de la oseointegración en las diferentes especies. El modelo de conejo está lejos de ser comparado con el modelo canino, y el modelo canino con el modelo humano ²⁰.

Los fenómenos biológicos que ocurren después de la extracción dental han sido estudiados en estudios con animales de experimentación y en biopsias con pacientes ²¹⁻²². Los diferentes estadios que configuran la cicatrización del alveólo y la progresiva sustitución por tejido óseo duran entre 4-6 semanas, aunque la remodelación definitiva puede durar hasta 4 meses ²³⁻²⁴.

Después de la extracción ocurren cambios morfológicos importantes. Aproximadamente entre 5-7 mm se reduce la distancia horizontal o anchura vestibulo lingual después un periodo de 6-12 meses después de la extracción, lo que representa casi el 50% de la anchura alveolar inicial. La mayoría de estos cambios tienen lugar en los 4 primeros meses de cicatrización. A estos cambios horizontales se acompañan cambios en la

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

altura o apicoronales con una reducción de 2 a 4,5 mm. Sobre todo si son varias las extracciones realizadas ²⁵⁻²⁶.

Después de la pérdida de los dientes, existe una progresiva involución del hueso alveolar en sus dimensiones horizontales y verticales ²⁷⁻²⁸. El estudio clásico de Araujo y Lindhe ²⁸ tenía como objetivo estudiar los cambios dimensionales en el proceso alveolar que tiene lugar después de la extracción dental como consecuencia del modelado y remodelado óseo asociado con estos cambios ²⁸.

La configuración y el tamaño de los implantes también puede influir en la osseointegración de los implantes insertados de forma inmediata en alveolos frescos postextracción ³⁷. Además, de la geometría macroscópica y de la superficie de los implantes, la misma técnica quirúrgica puede influir en los resultados de la respuesta ósea a los implantes postextracción ⁴³.

La técnica quirúrgica puede influir en los resultados de la respuesta ósea a los implantes postextracción. En este sentido, la realización de una técnica con o sin colgajo puede modificar la respuesta ósea a los implantes ⁴⁶. Las condiciones quirúrgicas ideales de los implantes inmediatos en alveolos frescos incluye la realización de una técnica atraumática para la extracción dental, la preservación de las paredes del alveolo, y el curetaje alveolar para eliminar la posible presencia de posibles restos patológicos inflamatorios y/o infecciosos ⁵⁶⁻⁵⁸.

Los implantes no sumergidos presentan los mismos resultados comparables con los resultados clínicos de los implantes sumergidos, lo que proporciona una mayor satisfacción a los pacientes con una reducción

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

del tiempo y de las intervenciones quirúrgicas, conservando similares resultados estéticos que los obtenidos con la técnica sumergida ⁷⁴.

Teniendo en cuenta, los buenos resultados obtenidos con las técnicas quirúrgicas de implantes no sumergidos e implantes postextracción en alveolos frescos, es posible reducir el tiempo de tratamiento combinando las técnicas. Sin embargo, los resultados están directamente influenciados por las dimensiones (verticales y horizontales) de los tejidos periimplantarios y de su posición en relación al cuello del implante.

En este contexto, los objetivos del presente estudio doctoral son:

1. Comparar la respuesta de los tejidos periimplantarios durante la oseointegración en los implantes sumergidos y no sumergidos en mandíbulas caninas.
2. Comparar la respuesta de los tejidos periimplantarios de los implantes insertados en alveolos frescos postextracción y en localizaciones cicatrizadas en mandíbulas caninas.

MATERIAL
Y
METODOS

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio de investigación experimental, con implantes dentales, en animales se realizó en el Centro de Investigación Animal de la Universidad de Murcia.

1. ANIMALES

1.1. MODELO ANIMAL

1.1.1. Datos de los animales utilizados.

Especie:	Canina, raza Foxhound
Centro	Centro de Investigación Animal Universidad de Murcia
Sexo:	Machos
Peso medio:	12,3 Kg
Edad media:	1 años de edad
Periodo de cuarentena:	Mínimo 21 días
Número de animales	5
Método de identificación:	Microchip

1.1.2. Justificación del uso de animales para el experimento

Motivos éticos limitan cualquier investigación sistemática de estudios de regeneración ósea en humanos. Bajo una estricta consideración del replazo, reducción y refinamiento, los datos derivados de los estudios animales aportan importantes hallazgos sobre el tejido perimplantario.

MATERIAL Y METODOS

1.2. MANEJO DE LOS ANIMALES

1.2.1 Bienestar animal

Los animales fueron alojados en el Centro de Investigación Animal de la Universidad de Murcia, en condiciones de temperatura ($18\pm 2^{\circ}\text{C}$), humedad, ventilación y fotoperiodo controlados según anexo II de la directiva 86/609/CEE. El periodo de cuarentena se estipuló en 21 días, cumpliendo los requisitos normativos del animalario. Los animales fueron alimentados con pienso seco, humedecido desde el momento de las extracciones dentales. El responsable de bienestar animal del centro, así como el personal del establecimiento y los investigadores velaron por la salud de los animales durante todo el experimento.

1.2.2. Anestesia y control del dolor

Todos los procedimientos quirúrgicos se realizaron bajo anestesia general y condiciones estériles en un quirófano utilizando una mezcla de isoflurano/sevoflurano a una concentración del 2,5-4% y oxígeno con un respirador mecánico. Previamente fueron premedicados con 25 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{i.m.}$ de medetomidina (Domtor, Esteve, Barcelona, Spain), 0,5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{i.m.}$ de morfina (Morfina Braun 2%, Braun, Barcelona, Spain) e inducidos con 5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{i.v.}$ de propofol (Vetofol, Esteve, Barcelona, Spain). Durante la anestesia los perros fueron monitorizados por un veterinario controlando electrocardiografía, pulsioximetría, capnografía y presión sanguínea no invasiva.

Postoperatoriamente el dolor fue controlado con morfina (0,5 $\text{mg}/\text{kg}/\text{i.m.}$) durante 24 horas y meloxicam (0.2 $\text{mg}/\text{kg}/\text{p.o.}$, Metacam,

MATERIAL Y METODOS

Boehringer Ingelheim España, Barcelona, Spain) como analgésico durante 5 días.

2. IMPLANTES

Los implantes utilizados estaban fabricados de titanio grado 4 conforme a la norma ISO-5832-2:1999. El fabricante del implante es Galimplant S.L.U., Sarria, Lugo (España). Una vez mecanizada la superficie del implante se trata mediante un arenado de óxido de aluminio de distinta granulometría y un triple grabado ácido posterior. Esta superficie recibe el nombre de Nanoblast Plus®.

Es un implante dental autorroscante, de conexión interna hexagonal con cono morse, con un diámetro de plataforma de 3,5 mm, un diámetro del implante de 3,5 mm y una longitud de 10 mm (Figura 1)(Referencia IPX 3510).



Figura 1

MATERIAL Y METODOS

Tras su mecanización y posterior limpieza desengrasante, los implantes son chorreados con arena de granulometría controlada. Posteriormente se introducen en cubas ultrasónicas para eliminar impurezas del arenado. A continuación, se someten a un proceso de triple ataque ácido mediante el uso de ácidos fuertes, eliminando toda contaminación orgánica. Los tres procesos anteriores se realizan en salas con ambiente controlado absoluto. Finalmente, se procede al envasado en cabinas de flujo laminar y se esterilizan mediante radiación gamma a una dosis de 25 KGy.

Los implantes con la superficie Nanoblast Plus presentan una superficie macrorrugosa creada por el arenado con alúmina con diferentes granulometrías y un triple grabado ácido con ácido fluorhídrico a baja temperatura, posteriormente ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. Otras características de esta superficie es que varía, siendo ligeramente rugosa en el cuello y más rugosa en el cuerpo y la porción apical con el objetivo de obtener una buena estabilidad primaria y un significativo incremento del contacto hueso-implante.

3. METODOS

3.1. MODALIDAD DE TRATAMIENTO

Número de animales	5	Foxhound
Número de implantes	4 en cada cuadrante, P2, P3, P4 y M1	
Inmediato	Colocación del implante tras la extracción del diente.	
Diferido	Colocación del implante 8 semanas después de la extracción del diente.	
Punto final	Observación histológica del tejido perimplantario a las 12 semanas.	
Métodos de evaluación	Histología e histomorfometría a las 12 semanas.	

MATERIAL Y METODOS

3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

Localización de 4 implantes por cuadrante o hemimandíbula siempre en posición distal (n = 8 implantes por mandíbula).

3.2.1. Fase quirúrgica

Inicialmente, una impresión de cada hemimandíbula fue tomada para fabricar una guía quirúrgica indicando la posición de los implantes, que fue determinada siguiendo el centro de cada corona en la raíz distal. 60 días antes de la cirugía de implantes, los premolares mandibulares izquierdos y primeros molares fueron extraídos. Los dientes fueron seccionados en dirección bucolingual usando una fresa de carburo tungsteno y las raíces fueron extraídas individualmente sin dañar las paredes remanentes óseas. Los alveolos se dejaron para cicatrizar (Figura 2).



Figura 2

Al final de este periodo, cuando llegó el tiempo de la cirugía de implantes, los dientes de la hemimandíbula derecha fueron extraídos con el

MATERIAL Y METODOS

mismo procedimiento que en el lado izquierdo. Para ello, un colgajo mucoperióstico fué realizado. El alveolo de cada raíz distal de cada premolar fue utilizado como sitio experimental. Los implantes IPX de 3,5 mm de diámetro y 10 mm de longitud fueron insertados en las localizaciones postextracción y en las cicatrizadas. Un total de 40 implantes fueron insertados, 8 implantes en cada perro, 4 implantes en cada hemimandíbula (Figura 3).

Todos los implantes fueron posicionados a nivel de la cresta ósea. Después de la inserción de los implantes, se realizó un proceso de randomización para asignar cada implante a 4 grupos experimentales: grupo I con implantes sumergidos en alveolos frescos postextracción, grupo II con implantes no sumergidos en alveolos frescos postextracción, grupo III con implantes sumergidos insertados en localizaciones cicatrizadas y grupo IV con implantes no sumergidos en localizaciones cicatrizadas.

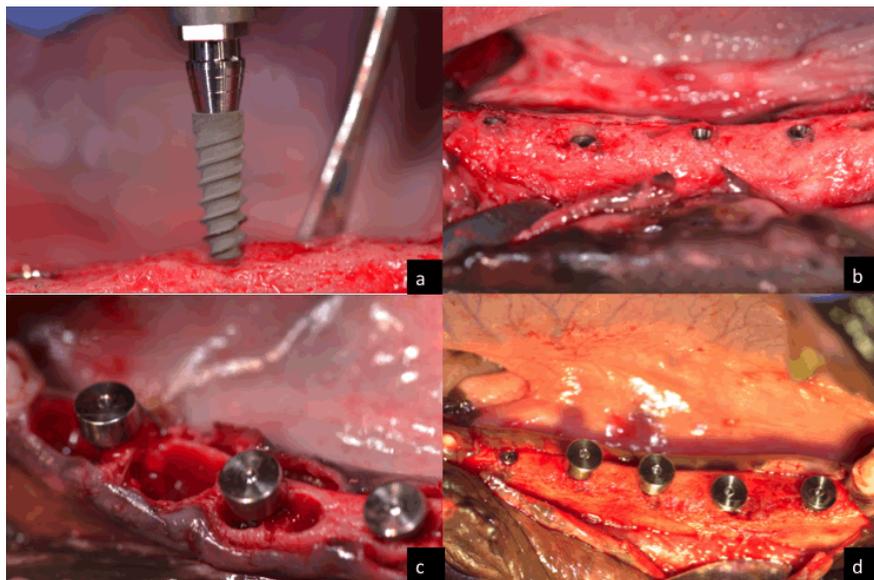


Figura 3

MATERIAL Y METODOS

Los implantes sumergidos recibieron tornillos de cierre y los no sumergidos recibieron tornillos de cicatrización, todos fueron colocados 0,5 mm menos del contacto oclusal con los dientes antagonistas. No se utilizaron materiales de relleno entre los implantes y el hueso. Los colgajos fueron suturados con suturas no reabsorbibles (Silk® 4-0, Sweden & Martina; Due Carrare, Italy).

Después de la cirugía, los animales recibieron antibióticos (500 mg de amoxicilina cada 12 horas) y analgésicos (600 mg de ibuprofeno, cada 8 horas) vía sistémica. Los perros siguieron una dieta blanda durante 7 días y un control de placa fué mantenido con clorhexidina en spray. Las heridas fueron revisadas cada día para evitar complicaciones clínicas postquirúrgicas. Las suturas fueron retiradas a las 2 semanas después de la cirugía de implantes.

3.2.2. Final del estudio y manejo de las muestras

A las 12 semanas de implantación los animales fueron sacrificados mediante una sobredosis de pentobarbital (40-60 mg/kg/iv.) tras sedación previa. Se disecaron las mandíbulas y se obtuvieron los bloques de hueso con los tejidos blandos y los implantes en estudio, fijando éstos en una solución de formaldehído tamponado al 10% durante 4-7 días a 4°C.

Se procedió a la deshidratación de las muestras en concentraciones crecientes de etanol (80, 96, 100 y 100) en pasos de 3 días. La inclusión se realizó en un agitador de vaivén utilizando una resina en base de glicolmetacrilato y fotopolimerizable (Technovit 7200 VLC; Kulzer, Wehrheim, Alemania) a concentraciones crecientes en solución alcohólica

MATERIAL Y METODOS

y pasos de 3 días. La polimerización tuvo lugar mediante el empleo de luz azul de alta intensidad con equipamiento específico.

Los bloques obtenidos se prepararon para su sección y desbaste mediante maquinaria del sistema IsoMet® (Buehler, Lake Bluff, EE.UU.). Una vez obtenidas las láminas delgadas de 30 µm fueron teñidas mediante Picrosirius Red Stain (Polysciences, Inc., Warrington, EE.UU.), y analizadas mediante un microscopio de luz y un microscopio de luz polarizada (Nikon, Tokio, Japón).

Las paredes óseas bucal y lingual fueron expresadas como medidas lineales desde el hombro del implante hasta el primer punto del contacto hueso-implante (Distancia A-B)(Figura 3). La anchura o espesor de los tejidos blandos de vestibular a lingual fué medida desde el punto correspondiente del hombro del implante a la porción externa del epitelio de la mucosa (distancia C-D)(Figura 4).

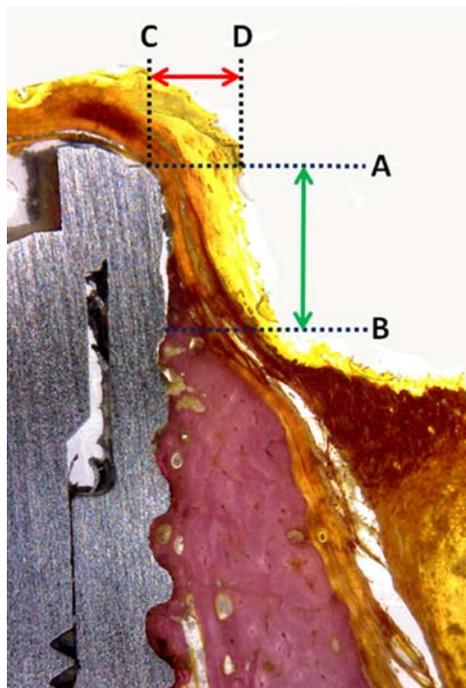


Figura 4

MATERIAL Y METODOS

Las muestras obtenidas fueron fotografiadas utilizando un microscopio óptico con pletina motorizada y una cámara digital de alta resolución (3CCD, JVC KY-F55B, JVC®; JVC, Yokohama, Japón). Posteriormente fueron analizadas y medidas las imágenes utilizando programas de análisis de imagen Image Tool versión 5.02 de Microsoft Windows™ (UT Health Science Center School of Dentistry, San Antonio, EE.UU.) con un observador que no conocía qué implante estaba analizando.

3.3. METODO ESTADÍSTICO

Las medias y las desviaciones standard de las alturas de la cresta ósea y del espesor de los tejidos fueron calculados en todos los grupos. Aplicando el test de Levene para la igualdad de las varianzas. En este sentido, el test de la varianza fué utilizado para identificar las diferencias en los parámetros A-B y C-D entre los grupos en los aspectos bucales y linguales. La posible correlación entre los parámetros A-B y C-D de cada grupo fueron investigados utilizando el test de la chi-cuadrado de Pearson. El test de Student-Newman-Keuls fué aplicado para hacer las comapraciones entre los valores pareados. Todos los análisis fueron realizados con un software específico (MedCalc Statistical Software version 15.8; MedCalc Software bvba, Ostend, Bélgica). La significación estadística fué señalada menor o igual al 5% ($p < 0.05$).

3.4. COMITÉ ETICO

El Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Murcia examinó el proyecto de investigación y autorizó su realización ya que cumplía los requisitos exigidos para experimentación animal según las normativas vigentes en España y la Unión Europea.

RESULTADOS

RESULTADOS

1. TEJIDOS DUROS

Las áreas intervenidas cicatrizaron favorablemente. Todos los animales presentaron una adecuada cicatrización durante la primera semana después de la intervención quirúrgica. Los controles durante las dos primeras semanas después de la cirugía confirmaron la ausencia de infección o inflamación. Todos los implantes se oseointegraron después del periodo de 12 semanas y estuvieron disponibles para el análisis histológico (Figura 1).

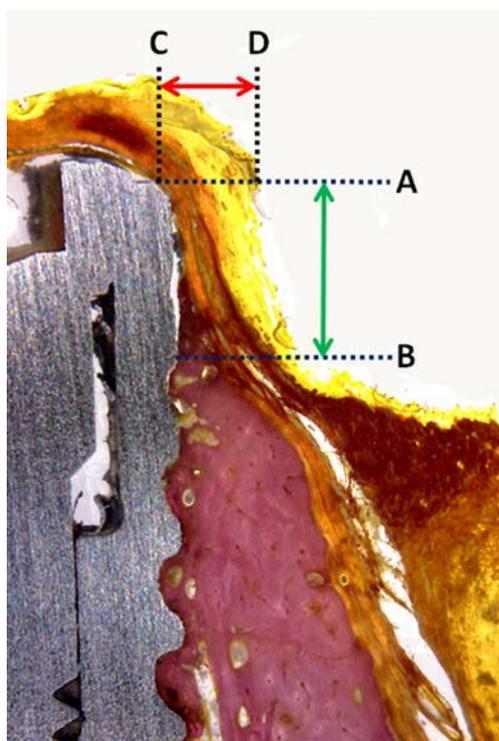


Figura 1

En todos los grupos, el contacto directo fue observado entre los implantes y el tejido óseo vivo sin presencia de tejido blando. Sin embargo, la cicatrización de las áreas crestales óseas estuvo acompañado de reducciones en las dimensiones de las paredes bucal o vestibular y lingual,

RESULTADOS

en diferentes proporciones dependiendo de los grupos establecidos (Figuras 2-5).

2. TEJIDOS BLANDOS

En todos los implantes, el epitelio oral queratinizado fué continuo con el epitelio de unión entre los implantes y los tornillos de cicatrización o los pilares. Además, se observó la existencia de un tejido conectivo subyacente con una densa red de fibras colágenas (Figuras 1-5).

3. ALTURA OSEA CRESTAL

Una distancia ósea media global en sus aspectos vestibular y lingual de cada grupo fue calculada, desde el pico del cuello del implante (línea A) al primer punto del contacto hueso-implante (línea B)(Figura 1):

3.1. GRUPO I. Implantes sumergidos en alveolos frescos postextracción (Figura 2): Altura ósea media de $1,41 \pm 0,29$ mm.

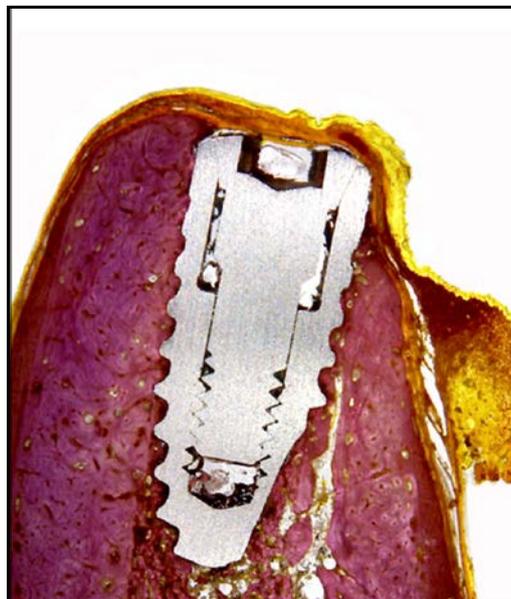


Figura 2

Grupo I. Implantes sumergidos en alveolos frescos postextracción

RESULTADOS

3.2.GRUPO II. Implantes no sumergidos en alveolos frescos postextracción
(Figura 3): Altura ósea media de $1,82 \pm 0,32$ mm

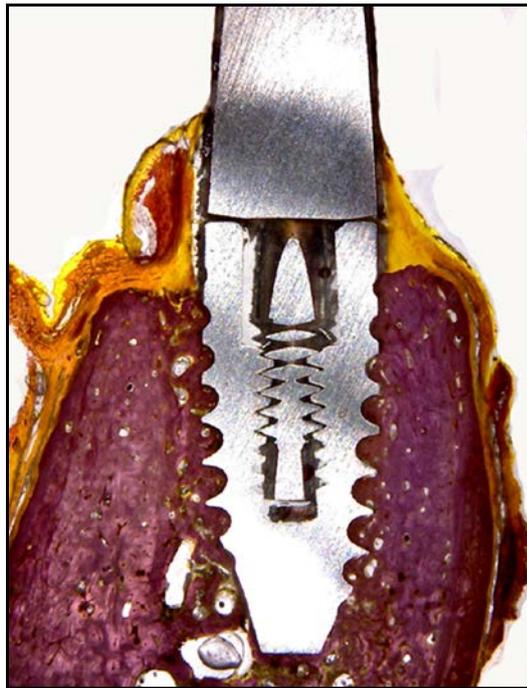


Figura 3

Grupo II. Implantes no sumergidos en alveolos frescos
postextracción

3.3.GRUPO III. Implantes sumergidos insertados en localizaciones
cicatrizadas (Figura 4): Altura ósea media de $0,33 \pm 0,20$.

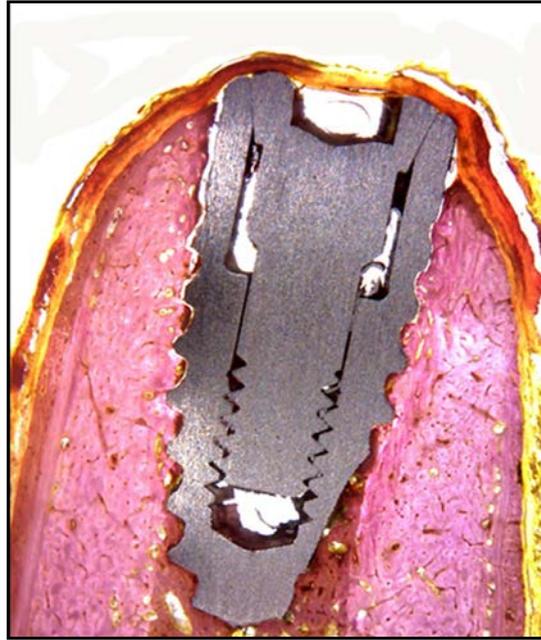


Figura 4

Implantes sumergidos insertados en localizaciones cicatrizadas

3.4.GRUPO IV. Implantes no sumergidos en localizaciones cicatrizadas (Figura 5): Altura ósea media de $0,63 \pm 0,17$ mm.

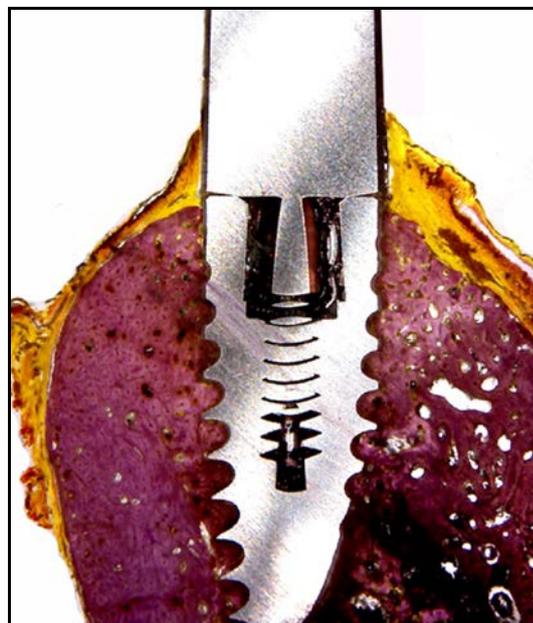


Figura 5

Implantes no sumergidos insertados en localizaciones cicatrizadas

RESULTADOS

Estas diferencias eran estadísticamente significativas entre los grupos (test de Levene, $p=0,0198$).

Un diagrama de cajas (Figura 6) ilustra la distribución de los valores de la altura del hueso crestal. El análisis de la varianza identifica la significación estadística entre los diferentes grupos con respecto a la altura del hueso crestal (ANOVA, $p<0.001$).

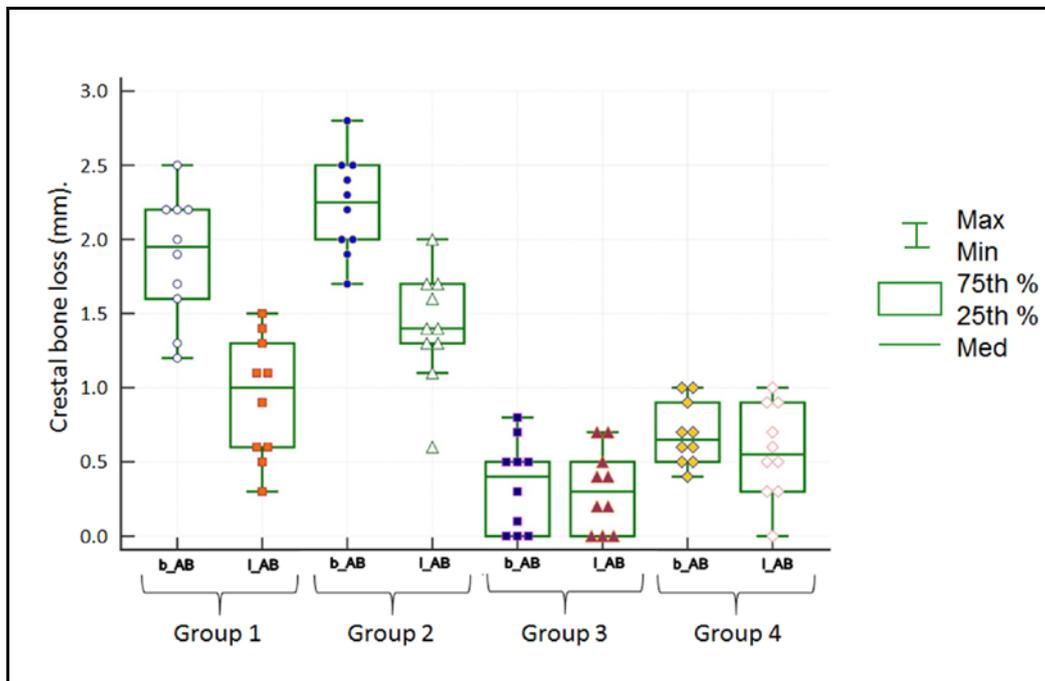


Figura 6

Diagrama de cajas (box plot) comparando los datos de las medidas bucales (b) y linguales (l) desde el cuello del implante (A) hasta el primer contacto hueso-implante (B) (altura de hueso crestal).

4. ESPESOR DE LOS TEJIDOS PERIIMPLANTARIOS

El espesor medio de los tejidos periimplantarios se estableció entre el pico del cuello del implante (línea C) hasta la porción más externa de los tejidos blandos periimplantarios (línea D)(Figura 1):

4.1. GRUPO I. Implantes sumergidos en alveolos frescos postextracción (Figura 2): Anchura media de $0,83 \pm 0,22$ mm

4.2.GRUPO II. Implantes no sumergidos en alveolos frescos postextracción (Figura 3): Anchura media de $0,88 \pm 0,15$ mm

4.3.GRUPO III. Implantes sumergidos insertados en localizaciones cicatrizadas (Figura 4): Anchura media de $1,58 \pm 0,28$.

3.4.GRUPO IV. Implantes no sumergidos en localizaciones cicatrizadas (Figura 5): Anchura media de $1,52 \pm 0,22$ mm.

Estas diferencias eran estadísticamente significativas entre los grupos (test de Levene, $p=0,0232$)

Un diagrama de cajas (Figura 7) ilustra la distribución de los valores de la anchura o espesor de los tejidos blandos periimplantarios. El análisis de la varianza identifica la significación estadística entre los diferentes grupos con respecto al espesor de los tejidos periimplantarios (ANOVA, $p<0.001$).

RESULTADOS

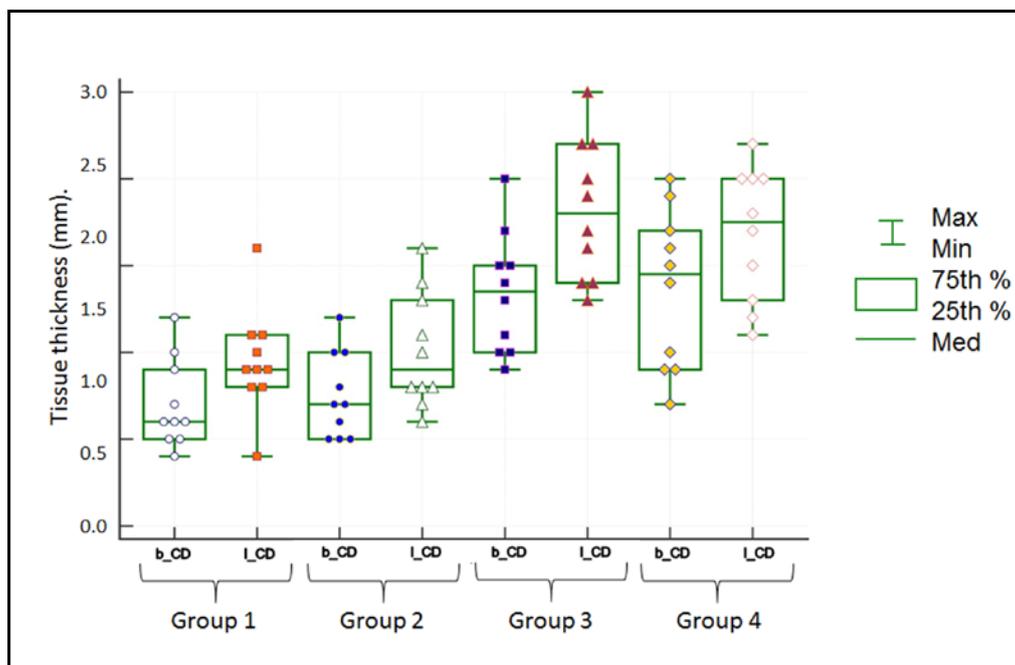


Figura 7

Diagrama de cajas (box plot) comparando los datos de las medidas vestibulares (b) y linguales (l) desde el cuello del implante (C) hasta la porción más externa de los tejidos (D) (espesor de los tejidos periimplantarios).

El test de Student-Newman-Keuls identificó diferencias significativas para las comparaciones pareadas de los valores obtenidos. test for pairwise comparisons also identified significant differences ($p < 0.05$) (Tabla 1).

RESULTADOS

Tabla 1

PERDIDA DE HUESO CRESTAL Y ESPESOR TISULAR (mm) EN TODOS LOS GRUPOS

Localizaciones	Parámetros							
	A-B				C-D			
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Vestibular								
Media	1.88a	2.23b	0.34c	0.69d	0.70a	0.75b	1.34c	1.36c
Desviación Standard	0.42	0.33	0.30	0.21	0.25	0.25	0.35	0.46
Lingual								
Media	0.93a	1.41b	0.31c	0.57c	0.95a	1.01a	1.82b	1.68b
Desviación Standard	0.41	0.38	0.27	0.32	0.30	0.33	0.40	0.39

La pérdida de hueso crestral fué mayor en el Grupo II (Implantes no sumergidos en alveolos postextracción) tanto en los valores vestibulares como linguales. La pérdida de espesor de los tejidos periimplantarios fué mayor en el Grupo III (Implantes sumergidos en localizaciones cicatrizadas) especialmente en las localizaciones linguales (Tabla 1).

RESULTADOS

Los coeficientes de correlación se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2
CORRELACION DE COEFICIENTES PARA LOS PARAMETROS
CORRELATION A-B x C-D

			C-D							
			Vestibular				Lingual			
			G1B	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4
A-B	Vestibular	G1	0.12							
		G2		0.70*						
		G3			-					
		G4			0.27	0.34				
	Lingual	G1					-			
		G2					0.35	-		
		G3						0.48	0.29	
		G4								0.17

*Significación estadística (test de Pearson ; p=0.02)

RESULTADOS

Una correlación estadísticamente significativa intensa fue encontrada entre los parámetros A-B (altura de hueso crestral) y C-D (espesor de los tejidos) en el Grupo (Implantes no sumergidos postextracción) en las localizaciones vestibulares (Figura 8).

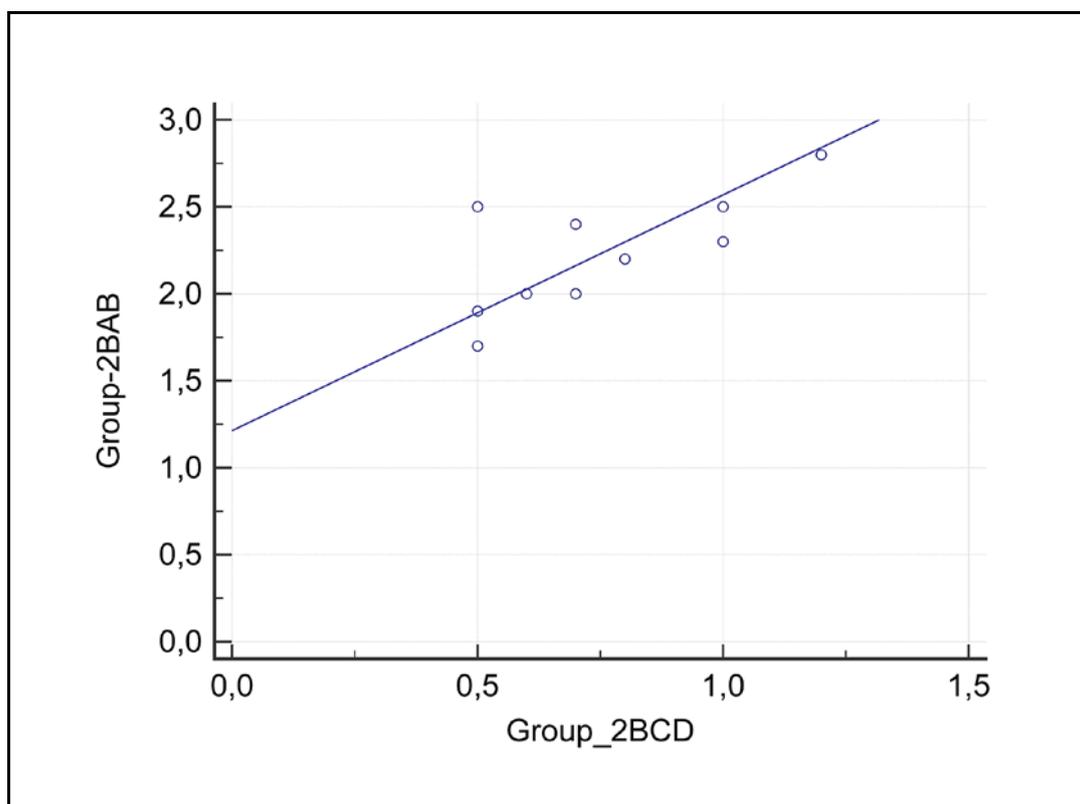


Figura 8

La correlación de Pearson aplicada en el Grupo II muestra una correlación intensa y estadísticamente significativa entre los parámetros A-B (altura de hueso crestral) y C-D (espesor de los tejidos) en las localizaciones vestibulares.

DISCUSSION

DISCUSION

Los implantes inmediatos en alveolos frescos han demostrado que pueden conseguir la oseointegración y obtener una alta tasa de éxito^{62,67,81-82}. Sin embargo, la extracción de un diente seguido de la inserción inmediata de un implante ocasiona marcadas alteraciones en el reborde alveolar en sus dimensiones horizontales y verticales. Las primeras fases de la oseointegración tisular alrededor de los implantes inmediatos postextracción ha sido ampliamente documentada^{27,39-40,83}.

Los implantes no sumergidos son utilizados con el objetivo de reducir el tiempo de tratamiento y disminuir el número de sesiones quirúrgicas, simplificando el protocolo original propuesto por Branemark⁵. Además, algunos estudios indican que existen frecuencias elevadas de éxito cuando se comparan los implantes no sumergidos con la técnica tradicional sumergida⁸⁴⁻⁸⁶.

En este sentido, un estudio reciente valora a pacientes edéntulos parciales tratados con implantes con conexión interna y superficie arenada+grabada¹⁰. Los implantes fueron cargados funcionalmente tras un periodo de tiempo de 6 semanas en la mandíbula y 8 semanas en el maxilar superior. Los hallazgos clínicos (implantológicos y prostodóncicos) fueron seguidos durante 1 año¹⁰.

111 implantes fueron insertados en ambos maxilares (50 en el maxilar superior y 61 en la mandíbula) para su rehabilitación prostodóncica. 44 implantes fueron insertados en el sector anterior y 67 implantes en el sector posterior. En el estudio, el 53,2% de los implantes fueron insertados de forma sumergida (2 fases) mientras que el 46,8% de

DISCUSION

los implantes se insertaron de forma no sumergida (una fase), demostrando que ambas técnicas quirúrgicas presentaron una elevada tasa de éxito (98,3% vs 100%). El estudio concluyó que la inserción sumergida o no sumergida de los implantes de titanio representa una terapéutica odontológica con un éxito elevado similar ¹⁰.

De hecho, aunque en el protocolo clásico del grupo sueco de Branemark ⁵ se recomendaba como un requisito para conseguir la oseointegración de los implantes, la realización de 2 cirugías; sin embargo la experiencia acumulada, fundamentalmente, por la escuela suiza, demuestra que la técnica no sumergida (1 cirugía) proporciona, así mismo, una buena respuesta tisular ósea y de los tejidos blandos ^{8-9,76-78}.

La técnica no sumergida fué desarrollada por un grupo de investigadores con una buena formación de periodoncia y prótesis fija con un enfoque más integral de la oseointegración sin olvidar la respuesta de los tejidos blandos ⁶. En este sentido, el protocolo quirúrgico de inserción de los implantes en una fase quirúrgica o no sumergida fue recomendada por la escuela suiza de Schroeder y se caracteriza porque los implantes quedan expuestos a través de su tornillo de cierre en la cavidad oral ^{6,87}.

En esta técnica no sumergida, los tornillos de cierre constituyen, frecuentemente, los tornillos de cicatrización. La sutura se realiza alrededor de los implantes. El prototipo macroscópico de los implantes que desarrollaron esta técnica eran de conexión interna con un cono morse ^{6,87}. Los resultados de esta técnica también ha sido muy favorables con unas elevadas tasas de éxito en la rehabilitación con prótesis fija de los pacientes edéntulos ⁸⁸⁻⁹⁰.

DISCUSION

En este sentido, un estudio confirma los buenos resultados de la técnica no sumergida en el tratamiento de pacientes edéntulos maxilares⁸⁸. Los pacientes fueron diagnosticados con una tomografía computarizada. 25 pacientes fueron tratados con 146 implantes de conexión interna (5-7 implantes por paciente), y después de un periodo medio de cicatrización de 6,9 meses fueron rehabilitados con una prótesis fija implantosoportada. 5 implantes se perdieron. El éxito acumulativo a los 2 años fué del 96,6%⁸⁸.

Existe un consenso general de que la colocación de los implantes de forma inmediata en los alveolos postextracción es predecible en términos de oseointegración y especialmente en términos de respuesta de los tejidos periimplantarios alrededor de los implantes^{67-68,72-73}. En este sentido, los resultados del presente estudio de investigación doctoral demostraron una cicatrización favorable de las áreas intervenidas tanto en los alveolos postextracción como en las zonas previamente cicatrizadas.

Durante el periodo de cicatrización todos los animales no presentaron complicaciones inflamatorias ni infecciosas. Así mismo, todos los implantes se oseointegraron después del periodo de estudio. En todos los grupos, el contacto directo fue observado entre los implantes y el tejido óseo vivo sin presencia de tejido blando. En todos los implantes, el epitelio oral queratinizado fué continuo alrededor de los implantes y los tornillos de cicatrización o los pilares, con la presencia de un tejido conectivo subyacente rico en fibras colágenas

El presente estudio de investigación doctoral demuestra que la respuesta de los tejidos duros después de las 12 semanas de cicatrización

DISCUSION

afecta a las paredes vestibulares y linguales de la cresta ósea. En este sentido, todos los implantes sufrieron un proceso de pérdida ósea tanto en alveolos postextracción como en alveolos cicatrizados. La pérdida mayor de la cresta ósea fue en los implantes postextracción, con más pérdida en la pared vestibular que en la pared lingual (Tabla 1 de Resultados).

Así mismo, la anchura o espesor de los tejidos blandos correspondiente al cuello del implante disminuyó también en todos los grupos de implantes tanto en alveolos postextracción como en alveolos cicatrizados. Las pérdidas mayores del espesor o anchura de tejidos blandos fué en los implantes en alveolos cicatrizados, con más pérdida en la pared lingual que en la pared vestibular (Tabla 1 de Resultados).

La conservación del hueso alrededor del implante juega un papel crucial en los resultados estéticos, especialmente en la cara vestibular. La reabsorción de la pared vestibular puede provocar la exposición de las roscas del implante, comprometiendo el resultado estético del tratamiento, antes de que las prótesis estén conectadas demostrando que la reabsorción de la pared vestibular es más pronunciada ³².

Calvo-Guirado et al. ³⁵ ha demostrado que la reabsorción de la pared vestibular es más pronunciada en los implantes insertados en alveolos frescos postextracción, un hallazgo confirmado por los resultados del presente estudio que revelan una mayor reabsorción en la cresta ósea vestibular que en la cresta ósea lingual

En este sentido, el presente estudio confirma los hallazgos histológicos publicados en investigaciones previas ^{28,29,35,91-92}. En esta

DISCUSION

investigación doctoral, los resultados experimentales indican que la altura de la cresta ósea vestibular y de la cresta ósea lingual después de la remodelación ósea disminuyó en todos los implantes, principalmente en aquellos implantes insertados en los alveolos después de un periodo de 12 semanas de cicatrización después de la cirugía.

Los estudios de Araújo et al.³⁰⁻³¹ confirman estos hallazgos histológicos, concluyendo los autores que la colocación de los implantes fracasa en el objetivo de impedir o preservar las dimensiones del proceso alveolar después de la extracción dental en ambas paredes vestibular y lingual.

Un estudio valora si la ausencia o la presencia de ligamento periodontal puede altera la cicatrización de los alveolos postextracción en perros donde fueron extraídos los premolares mandibulares⁹². Algunos fueron limpiados cuidadosamente para eliminar los restos del ligamento periodontal y en otros no se realizó esta eliminación⁹².

Los hallazgos histológicos de este estudio demostraron que después de 3 meses de las extracciones, las localizaciones con existencia o ausencia de ligamento periodontal presentaron un cierre biológico semejante con las mismas características en la cicatrización⁹². La entrada marginal de ambos tipos de localizaciones fueron recubiertas con un puente de tejido duro, mientras que en las áreas apicales existían una proporción similar de hueso laminar y hueso maduro⁹².

La posición de los implantes puede ser también un factor importante en la respuesta ósea. En el presente estudio, los implantes fueron

DISCUSION

posicionados a nivel crestal, según las recomendaciones de Bornstein et ⁹³⁻⁹⁴, que reportan que los implantes son insertados frecuentemente por dentro de la cresta ósea. En un estudio clínico, Tomasi et al. ⁹⁵ observaron que la posición del implante condiciona la cantidad de reabsorción de la cresta vestibular. En este sentido, se ha investigado ampliamente la respuesta ósea a la inserción crestal o subcrestal de los implantes en animales de experimentación ^{39-40,96-97}.

Las investigaciones de Negri et al ³⁹⁻⁴⁰ han mostrado los hallazgos histológicos relacionados con la inserción crestal o subcrestal de implantes en perros Beagle donde se extrajeron los premolares mandibulares, y se colocaron de forma inmediata implantes crestal y subcrestalmente (2mm por debajo). De forma randomizada se insertaron dos tipos de implantes, cilíndricos y cónicos. El periodo de cicatrización fué de 4 y 8 semanas ³⁹⁻⁴⁰.

Todos los implantes se oseointegraron ³⁹⁻⁴⁰. La pérdida ósea fué de $1,91 \pm 0,2$ mm en el grupo crestal y de $1,08 \pm 0,2$ mm en el grupo subcrestal, lo que indica que la menor reabsorción tuvo lugar en el grupo de implantes subcrestales comparados con los crestales. El porcentaje medio de BIC fue mayor en el grupo de implantes subcrestales ($36,48 \pm 3,4\%$) comparados con los implantes crestales ($41,46 \pm 4,2\%$) ³⁹⁻⁴⁰.

El porcentaje medio de BIC fue mayor en los implantes cilíndricos ($46,06 \pm 4,09\%$) comparados con los implantes cónicos ($32,64 \pm 3,72\%$) ³⁹⁻⁴⁰. El estudio concluyó sugiriendo que la posición apical o subcrestal no perjudica la remodelación de los tejidos duros periimplantarios ³⁹⁻⁴⁰.

DISCUSION

Además, la anchura o espesor de la pared vestibular y la posición tridimensional del implante deben ser considerados factores que influyen en la respuesta de los tejidos duros durante la fase de cicatrización. En este sentido, en el presente estudio de investigación doctoral, una guía quirúrgica, basada en los dientes naturales, fué preparada para cada animal con la posición de todos los implantes con un simple método para asegurar la posición ideal de los implantes insertados de forma inmediata en los alveolos postextracción o en los alveolos cicatrizados (12 semanas después de la extracción).

La inserción de los implantes de forma no sumergida se ha extendido ampliamente con tasa de éxito del 82,9% al 95,7%⁹⁸⁻⁹⁹. Teóricamente, los implantes sumergidos son menos susceptibles de complicaciones durante el periodo de oseointegración. Sin embargo, algunos estudios comparan los protocolos sumergidos y no sumergidos y no encuentran diferencias en la frecuencia de fracasos, infección posoperatoria o pérdida de hueso marginal¹⁰⁰.

En el presente estudio, se han comparado los dos grupos de implantes no sumergidos (grupo II y IV) con los dos grupos de implantes sumergidos (grupo I y III)(Tabla 1 de Resultados). La pérdida de altura ósea fué mayor en los implantes no sumergidos, tanto en alveolos frescos postextracción (2,23 mm/1,41mm; vestibular/lingual, respectivamente); como en localizaciones cicatrizadas (0,69 mm/0,57 mm vestibular/lingual, respectivamente) comparados con los sumergidos en alveolos frescos postextracción (1,88 mm/0,93mm; vestibular/lingual, respectivamente); como en localizaciones cicatrizadas (0,34 mm/0,31 mm vestibular/lingual, respectivamente)(Tabla 1 de Resultados).

DISCUSION

La causa más probable de explicación de estos resultados está relacionada con los micromovimientos generados por la masticación durante la fase inicial del proceso de la oseointegración¹⁰¹⁻¹⁰². Sin embargo, no hay un consenso general sobre la influencia negativa de una sobrecarga oclusal sobre la oseointegración. Probablemente, las diferencias en los resultados de los estudios experimentales pueden ser atribuidos a factores distorsionantes como un diseño diferente del estudio, diferencias en la definición y causa de la sobrecarga oclusal y diferencias en la calidad del hueso alveolar¹⁰¹.

La sobrecarga oclusal en los estudios experimentales se identifica como la causa del desarrollo de contactos prematuros en las prótesis dentales, pero este concepto no es consistente en modelos experimentales con animales. Además, los perros no pueden realizar los movimientos laterales como los seres humanos, por lo que las fuerzas laterales aplicadas a las prótesis deben ser artificialmente creadas con cúspides inclinadas que no son realmente biológicas¹⁰¹.

Para evitar estos problemas, se han desarrollado modelos animales para investigar el impacto de la carga funcional sobre la respuesta de los tejidos periimplantarios en animales, especialmente la carga precoz e inmediataimplantes con dispositivos que se instalan el mismo día o una semana después de la inserción de los implantes¹⁰².

El análisis de los estudios experimentales en animales sobre la carga funcional de los implantes contribuye a la comprensión de su mecanobiología. La evidencia sugiere que aunque puede existir un

DISCUSION

fenómeno de formación y reabsorción ósea por las condiciones mecánicas sobre los tejidos periimplantarios; sin embargo, la carga funcional, incluso inmediata o precoz no altera necesariamente los mecanismos biológicos de la oseointegración, e incluso puede ser beneficioso para la formación del hueso periimplantario ¹⁰².

De hecho, una óptima respuesta ósea a la carga inmediata y/ o precoz puede ser determinada por la estabilidad primaria del implante y por las características individuales del hueso del huésped, pero también por otros parámetros relacionados con el diseño macroscópico y la superficie del implante ¹⁰².

En la actualidad, los implantes con plataformas expandidas han mostrado una mayor preservación de la cresta ósea ¹⁰³. En el presente estudio se utilizan implantes con una plataforma expandida y una superficie caracterizada por una rugosidad ligera en la parte superior del cuello, mientras que en el cuerpo y en la porción apical la superficie era más rugosa.

Algunos estudios han presentado resultados que sugieren que la plataforma expandida mejora el mantenimiento de la cresta ósea a largo plazo, probablemente relacionado con el establecimiento de una anchura biológica horizontal ¹⁰⁴. En este sentido, la plataforma expandida puede preservar la altura de los tejidos periimplantarios duros y blandos, indicando un menor grado de reabsorción tisular inversamente proporcional a la extensión de la plataforma del implante con el pilar ¹⁰⁵.

DISCUSION

Muy recientemente, un estudio investiga los efectos de las microespiras de la zona coronal de los implantes en la oseointegración. 52 implantes cónicos de diámetro reducido fueron clasificados en dos grupos con o sin presencia de microespiras en el cuello e insertados en la mandíbula edéntula de 6 perros Beagle ¹⁰⁶.

Los perros fueron sacrificados a las 4 y 8 semanas, y se analizaron la respuesta ósea con frecuencia de resonancia, microtomografía computarizada, torque de desinserción e histomorfometría. Los resultados demostraron que no había diferencias en la estabilidad de los implantes al comienzo, a las 4 y a las 8 semanas ¹⁰⁶.

El análisis de las mediciones óseas demostró que existió una diferencia significativa en el porcentaje de contacto hueso-implante a nivel coronal en los implantes con microespiras tanto a las 4 como a las 8 semanas. Los valores de torque de desinserción no mostraron diferencias entre ambos grupos. El estudio indica que las microespiras pueden facilitar un mayor contacto hueso –implante a nivel coronal, sobre todo en las fases tempranas de la oseointegración ¹⁰⁶.

Estudios previos han establecido que los implantes con superficie rugosa pueden influir en la cantidad de regeneración ósea y en los valores del BIC durante la cicatrización, demostrando que la superficie del implante puede reducir la reabsorción de hueso crestal y que la rugosidad incrementada de la superficie mejora la integración ósea, incrementa la osteoconducción e incrementa la osteogénesis ¹⁰⁷⁻¹¹⁰.

DISCUSION

Son necesarios más estudios para definir la influencia de otras modificaciones de la superficies y de las configuraciones del cuello de los implantes colocados en los alveolos frescos postextracción con protocolos sumergidos y no sumergidos, así como la influencia de los tipos de pilares en la estabilización de la cresta ósea durante el proceso de remodelado. Estos factores pueden ser importantes para mejorar la respuesta del hueso periimplantario y la estabilidad de los tejidos blandos, así como los resultados estéticos con particular importancia en las zonas anteriores.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

PRIMERA. Desde un punto de vista experimental, todas las áreas mandibulares intervenidas de los animales presentaron una adecuada cicatrización después de la intervención quirúrgica.

SEGUNDA. Desde un punto de vista histológico, todos los implantes utilizados se oseointegraron con una buena respuesta biológica directa entre la superficie del implante y el tejido óseo del animal.

TERCERA. El estudio histológico demostró una buena respuesta de los tejidos blandos con un el epitelio continuo alrededor de los implantes y los pilares, con un tejido conectivo rico en colágeno.

CUARTA. Todos los implantes sufrieron un proceso de involución de los tejidos periimplantarios después de la extracción, con reabsorción ósea y disminución de la anchura de los tejidos blandos.

QUINTA. La altura crestal ósea se mantuvo mayor en los implantes insertados en localizaciones óseas cicatrizadas comparadas con las localizaciones en alveolos frescos postextracción.

SEXTA. La altura crestal ósea fué más favorable en los implantes sumergidos comparados con los implantes no sumergidos.

SEPTIMA. La histología demostró valores mayores de espesor de los tejidos blandos en los implantes colocados en localizaciones cicatrizadas.

CONCLUSIONES

OCTAVA. Los estudios experimentales con animales permiten un mejor conocimiento de los fenómenos biológicos después de la extracción dental y su respuesta a la inserción de implantes inmediatos.

NOVENA. Son necesarios más estudios para definir la influencia de las configuraciones macroscópicas y modificaciones de la superficies de los implantes colocados en los alveolos frescos postextracción con protocolos sumergidos y no sumergidos.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Botticelli D, Lang NP. Dynamics of osseointegration in various human and animal models - a comparative analysis. *Clin Oral Impl Res* 2017; 28:742–748.
2. Bosshardt DD, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Lang NP. The role of bone debris in early healing adjacent to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in man. *Clin Oral Impl Res* 2011; 22: 357–364.
3. Berglundh T, Abrahamsson I, Lang NP, Lindhe J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. A model study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 2003;14: 251–262.
4. Abrahamsson I, Berglundh T, Linder E, Lang NP, Lindhe, J. Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces. An experimental study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 2004; 15: 381–392.
5. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen J et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977; 11 (suppl. 16): 1 - 132.
6. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reaction of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with sprayed titanium surfaces. *J Maxillofac Surg* 1981; 9: 15–25.
7. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate C, Weingart D, Bernard JP, Peters F, Simpson J. The use of reduced healing times on it is implants with a sandblasted and acid etched (SLA) surface: early results from clinical trials on SLA implants. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:144–53.
8. Velasco E, Pérez O, Medel R, Segura JJ, Torres R. La carga precoz de los implantes no sumergidos con superficie grabada con ácidos en sobredentaduras mandibulares. *Arch Odontoestomatol* 2003; 19: 308-16.
9. Velasco E, Pérez O, Medel R, Segura JJ, Torres R. La carga precoz de los implantes unitarios con superficie grabada con ácidos. *Arch Odontoestomatol* 2004; 20: 239-247.
10. Velasco E, Monsalve L, Matos N, Jiménez A, García A, Medel R, Ortiz I, España A. La carga precoz de los implantes GMI con conexión interna y superficie arenada y grabada. *Av Perio Impl* 2014; 26:

BIBLIOGRAFIA

11. Glauser R, Reé A, Lundgren AK, Gottlow J, Hämerle CHF, Schärer P. Immediate occlusal loading of Branemark implants applied in various jawbone regions: a prospective, 1-year clinical study. *Clin Impl Dent Relat Res* 2001; 3: 204–13.
12. Velasco E, Segura JJ, Linares D, Medel R, Poyato M. La carga inmediata de los implantes transicionales en sobredentaduras mandibulares en adultos mayores. *Av Perio Impl* 2004; 16: 107-113.
13. Velasco E, García A, Segura JJ, Medel R, López J. La carga inmediata en el tratamiento con implantes del paciente edéntulo completo mandibular. *Técnica de Maló. Av Perio Impl* 2006; 18: 127-134.
14. Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE. Early tissue response to titanium implants inserted in rabbit bone. Part I. Light microscopic observations. *J Mater Sci Mater Med* 1993; 4: 240–250.
15. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003; 30: 809–18.
16. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Appositional bone growth in marginal defects at implants. An experimental study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 2003 14: 1–9.
17. Mainetti T, Lang NP, Bengazi F, Sbricoli L, Soto L, Botticelli D. Immediate loading of implants installed in a healed alveolar bony ridge or immediately after tooth extraction: an experimental study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 2015; 26: 435–41.
18. Lang NP, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Bosshardt DD. Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clin Oral Impl Res* 2011; 22: 349–56.
19. Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res* 2004;83: 529–33.
20. Caneva M, Lang NP, Calvo Guirado JL, Spriano S, Iezzi G, Botticelli D. Bone healing at bicortically installed implants with different surface

BIBLIOGRAFIA

configurations. An experimental study in rabbits. *Clin Oral Impl Res* 2015; 26: 293–299.

21. Huebsch RF, Hansen LS. A histopathologic study of extraction wound in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969; 272: 187-196.

22. Boyne PJ. Osseus repair of the postextraction alveolus in man. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 21: 805-813.

23. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969; 273: 309-318.

24. Evian CI, Rosenberg ES, Cosslet JG, Corn H. The osteogenic activity of bone removed from healing extraction sockets in human. *J Periodontol* 1982; 53: 81-85.

25. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. *Aust Dent J* 1969; 14: 241-244.

26. Lam RV. Contour changes of the alveolar processes following extractions. *J Prosthet Dent* 1960; 10: 25-32.

27. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 820–8.

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

29. Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 645–652.

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

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

BIBLIOGRAFIA

32. Boquete-Castro A, Gómez-Moreno G, Aguilar-Salvatierra A, Delgado-Ruiz RA, Romanos GE, Calvo-Guirado JL. Influence of the implant design on osseointegration and crestal bone resorption of immediate implants: a histomorphometric study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 2015; 26:876-881.
33. Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, Lindhe J. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005; 32:448-55.
34. Bornstein MM, Valderrama P, Jones AA, Wilson TG, Seibl R, Cochran DL. Bone apposition around two different sandblasted and acid-etched titanium implant surfaces: a histomorphometric study in canine mandibles. *Clin Oral Impl Res* 2008; 19:233-41.
35. 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 Impl Res* 2010; 21:308-315.
36. Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Witch H, Yacoob H, Nentwig GH. Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometric analysis in the *Macaca fascicularis* Monkey. *J Periodontol* 2003;74: 1483–90.
37. Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Bressan E, Botticelli D, Lang NP. Hard tissue formation adjacent to implants of various size and configuration immediately placed into extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 2010; 21: 885–890.
38. Romanos GE, Aydin E, Gärtner K, Nentwig GH. Long-term results after subcrestal or crestal placement of delayed loaded implants. *Clin Impl Dent Relat Res* 2015;17:133-41.
39. Negri B, Calvo-Guirado JL, Pardo-Zamora G, Ramirez-Fernandez MP, Delgado-Ruiz RA, Muñoz-Guzón F. Peri-implant bone reactions to immediate implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part I: A pilot study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23:228-235.
40. Negri B, Calvo-Guirado JL, Ramírez-Fernández MP, Maté Sánchez-de Val, J, Guardia J, Muñoz-Guzón F. Peri-implant bone reactions to immediate

BIBLIOGRAFIA

implants placed at different levels in relation to crestal bone. Part II: a pilot study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 2012; 23: 236–244.

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

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

43. Lee JW, Wen HB, Gubbi P, Romanos GE. New bone formation and trabecular bone microarchitecture of highly porous tantalum compared to titanium implant threads: A pilot canine study. *Clin Oral Impl Res* 2018; 29:164-174.

44. Seo DU, Kim SG, Oh JS, Lim SC. Comparative study on early osseointegration of implants according to various drilling speeds in the mandible of dogs. *Impl Dent* 2017;26: 841-847.

45. Yenyol S, Jimbo R, Marin C, Tovar N, PhD, Janal MN, Coelho PG. The effect of drilling speed on early bone healing to oral implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013; 116:550-5.

46. Min HG, Kim SG, Oh JS, You JS, Lim SC, Jeong MA. Comparative study on osseointegration of implants after flap and flapless surgery in the mandible of dogs. *Implant Dent* 2017; 26:730–4.

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

48. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Perio Rest Dent* 2009; 23: 313–23.

49. Peñarrocha M, Uribe R, Balaguer J. Immediate implants after extraction. A review of the current situation. *Medicina Oral* 2004; 9: 234-42.

BIBLIOGRAFIA

50. Paolantonio M, Dolci M, Scarano A, d'Archivio D, di Placido G, Tumini V, Piattelli A. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. *J Periodontol* 2001; 72: 1560–71.
51. Hermann F, Lerner H, Palti A. Factors influencing the preservation of the periimplant marginal bone. *Implant Dent* 2007; 16:165-75.
52. Barone A, Orlando B, Cingano L, Marconcini S, Derchi G, Covani U. A randomized clinical trial to evaluate and compare implants placed in augmented versus non-augmented extraction sockets: 3-year results. *J Periodontol* 2012; 83: 836-46.
53. Grunder U, Polizzi G, Goené R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ et al. (1999) A 3-year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed-immediate placement of implants. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1999; 14:210-6.
54. Mangano F, Mangano C, Ricci M, Sammons RL, Shibli JA, Piattelli A. Single-tooth Morse taper connection implants placed in fresh extraction sockets of the anterior maxilla: An aesthetic evaluation. *Clin Oral Impl Res* 2012; 23:1302–7.
55. Chen ST, Buser D. Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla--a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Impl* 2014; 29 Supp 1:186-215.
56. Al-Sabbagh M. Implants in the esthetic zone. *Dent Clin North Am* 2006; 50:391-407.
57. Velasco E, Pato J, Lorrío JM, Cruz JM, Poyato M. El tratamiento con implantes dentales postextracción. *Av Perio Impl* 2007; 19 (Supl.): 35-42.
58. Velasco E, Jiménez A, Monsalve L, Ortiz I, España A, Garrido N. Carga inmediata de implantes en alveolos postextracción. Resultados clínicos a 2 años. *Av Perio Impl* 2015; 27: 37-45.
59. Becker W, Becker BE. Flap designs for minimization of recession adjacent to maxillary anterior implant sites: a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1996;11:46-54.

BIBLIOGRAFIA

60. Barone A, Rispoli L, Vozza I, Quaranta A, Covani U. Immediate restoration of single implants placed immediately after tooth extraction. *J Periodontol* 2006; 77:1914-20.
61. Wojtovicz E, España A, Jiménez A, Ortiz I, Matos N, Monsalve L, Velasco E. Seguimiento clínico de 4 años de implantes unitarios anteriores insertados en alveolos postextracción. *Av Odontoestomatol* 2017; 33:239-46.
62. Gehrke SA, da Silva Neto UT, Rossetti PH, Watinaga SE, Giro G, Shibli JA. Stability of implants placed in fresh sockets versus healed alveolar sites: Early findings. *Clin Oral Impl Res* 2016; 27: 577–82.
63. Covani U, Canullo L, Toti P, Alfonsi F, Barone A. Tissue stability of implants placed in fresh extraction sockets: a 5-year prospective single-cohort study. *J Periodontol* 2014;85:323-32.
64. Botticelli D, Renzi A, Lindhe J, Berglundh T. Implants in fresh extraction sockets: a prospective 5-year follow-up clinical study. *Clin Oral Impl Res* 2008; 19:1226-32.
65. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Salvi GE, Ramseier C, Lang NP, Lindhe J. Implants placed in fresh extraction sockets in the maxilla: clinical and radiographic outcomes from a 3-year follow-up examination. *Clin Oral Impl Res* 2014; 25:321-7.
66. Covani U, Crespi R, Cornelini R, Barone A. Immediate implants supporting single crown restoration: a 4-year prospective study. *J Periodontol* 2004; 75:982-8.
67. Lang NP, Pun L, Lay KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Impl Res* 2012; 23(suppl. 5): 39-66.
68. Enriquez-Sacristan C, Barona-Dorado C, Calvo-Guirado JL, Leco-Berrocal I, Martínez-Gonzalez JM. Immediate post-extraction implants subject to immediate loading: a meta-analytic study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16:919-24.
69. Grandi T, Garuti G, Samarani R, Guazzi P, Forabosco A. Immediate loading of single post-extractive implants in the anterior maxilla: 12-month results from a multicenter clinical study. *J Oral Implantol* 2012; 38:477-84.

BIBLIOGRAFIA

70. Crespi R, Capparè P, Gherlone E. A 4- year evaluation of the peri-implant placement parameters of immediately loaded implants placed in fresh extraction sockets. *J Periodontol* 2010; 81:378-83.
71. den Hartog L, Huddleston JJR, Vissink A, Meijer HJA, Raghoobar GM. Treatment outcome of immediate, early and conventional single tooth implants in the aesthetic zone: a systematic review to survival, bone level, soft-tissue, aesthetics and patient satisfaction. *J Clin Periodontol* 2008; 35:1073-86.
72. Sanz I, Garcia-Gargallo M, Herrera D, Martin C, Figuero E, Sanz M. Surgical protocols for early implant placement in post-extraction sockets: A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 Suppl 5:67-79.
73. Covani U, Chiappe G, Bosco M, Orlando B, Quaranta A, Barone A. A 10-year evaluation of implants placed in fresh extraction sockets: a prospective cohort study. *J Periodontol* 2012;83:1226-34.
74. Nemli SK, Güngör MB, Aydın C, Yılmaz H, Türkcan I, Demirköprülü H. Clinical evaluation of submerged and non-submerged implants for posterior single-tooth replacements: a randomized split-mouth clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43:1484-92.
75. Lekholm U, Gunne J, Henry P, Hüguschi K, Lindén U, Bergström C, van Steenberghe D. Survival of the Branemark implant in partially edentulous jaws : a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 639-45.
76. Buser D, Mericske-Stern RD, Bernard JP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Impl Res* 1997; 8: 161-172.
77. Collaert B, De Bruyn H. Comparison of Branemark fixture integration and short-term survival using one-stage or two-stage surgery in completely and partially edentulous mandibles. *Clin Oral Impl Res* 1998; 9: 131-5.
78. Haas R, Polak C, Fürhauser R, Mailath-Pokorny G, Dörtbudak O, Watzek G. A long-term follow-up of 76 Branemark single-tooth implants. *Clin Oral Impl Res* 2002; 13: 38-43.

BIBLIOGRAFIA

79. Mericske-Stern R, Grütter L, Rösch R, Mericske E. Clinical evaluation and prosthetic complications of single-tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Impl Res* 2001; 12 : 309-18.
80. Abrahamsson I, Berglundh T, Moon IS, Lindhe J. Peri-implant tissues at submerged and non-submerged titanium implants. *J Clin Periodontol* 1999;26:600-7.
81. Alves CC, Correia AR, Neves M. Immediate implants and immediate loading in periodontally compromised patients-a 3-year prospective clinical study. *Int J Perio Rest Dent* 2010; 30:447-55.
82. Polizzi G, Grunder U, Goené R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ, et al. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: a 5-year report. *Clin Impl Dent Relat Res* 2000; 2:93-9.
83. Bornstein MM, Valderrama P, Jones AA, Wilson TG, Seibl R, Cochran DL. Bone apposition around two different sandblasted and acid-etched titanium implant surfaces: a histomorphometric study in canine mandibles. *Clin Oral Impl Res* 2008; 19:233-41.
84. Degidi M, Piattelli A. Immediate functional and non-functional loading of dental implants: a 2- to 60-month follow-up study of 646 titanium implants. *J Periodontol* 2003; 74: 225-41.
85. Degidi M, Piattelli A. Comparative analysis study of 702 dental implants subjected to immediate functional loading and immediate nonfunctional loading to traditional healing periods with a follow-up of up to 24 months. *Int J Oral Maxillofac Impl* 2005; 20:99-107.
86. Nkenke E, Lehner B, Fenner M, Roman FS, Thams U, Neukam FW, Radespiel-Tröger M. Immediate versus delayed loading of dental implants in the maxillae of minipigs: follow-up of implant stability and implant failures. *Int J Oral Maxillofac Impl* 2005; 20: 39-47.
87. Weber HP, Cochran DL. The soft tissue response to osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1998 ;79:79 - 89.
88. Berkvist G, Sahlholm S, Nilner K, Lindh C. Implant-supported fixed prostheses in the edentulous maxilla. A 2-year clinical and radiologic follow-up

BIBLIOGRAFIA

of treatment with non-submerged ITI implants. *Clin Oral Impl Res* 2004; 15:351-9.

89. Fischer K, Stenberg T. Prospective 10-year cohort study based on a randomized controlled trial (RCT) on implant-supported full-arch maxillary prostheses. Part 1: sandblasted and acid-etched implants and mucosal tissue. *Clin Impl Dent Relat Res* 2012; 14: 808-15.

90. Fischer K, Stenberg T. Prospective 10-year cohort study based on a randomized controlled trial (RCT) on implant-supported full-arch maxillary prostheses. Part 2: Prosthetic outcomes and maintenance. *Clin Impl Dent Relat Res* 2013; 15: 498-508.

91. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Ann Periodontol* 2000; 5:119-28.

92. Cardaropoli G, Lekholm U, Wennstrom J. Tissue alterations at implant supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Impl Res* 2006; 17:165-71.

93. Bornstein MM, Lussi A, Schmid B, Belser UC, Buser D. Early loading of nonsubmerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: 3-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Impl* 2003; 18:659-66.

94. Bornstein MM, Schmid B, Belser UC, Lussi A, Buser D. Early loading of non-submerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Impl Res* 2005; 16:631-8.

95. Tomasi C, Sanz M, Cecchinato D, Pjetursson B, Ferrus J, Lang NP, Lindhe J. Bone dimensional variations at implants placed in fresh extraction sockets: a multilevel multivariate analysis. *Clin Oral Impl Res* 2010; 21:30-6.

96. Calvo-Guirado JL, Jara-López P, Maté-Sánchez 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 Impl Res* 2014; 25:1286-1294.

BIBLIOGRAFIA

97. Pérez-Albacete C, Gómez-Moreno G, Aguilar-Salvatierra A, Romanos GE, Delgado-Ruiz R, Abboud M, Velasco E, Calvo-Guirado JL. Narrow versus minimplants at crestal and subcrestal bone levels. Experimental study in Beagle dogs at three months. *Clin Oral Invest* 2015; 19:1363-1369.
98. Hellem S, Karlsson U, Almfeldt I, Brunell G, Hamp SE, Astrand P. Nonsubmerged implants in the treatment of the edentulous lower jaw: a 5-year prospective longitudinal study of ITI hollow screws. *Clin Impl Dent Relat Res* 2001; 3:20-9.
99. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Impl Res* 2010; 21:772-7.
100. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Immediately loaded non-submerged versus delayed loaded submerged dental implants: a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015; 44:493-506.
101. Chang M, Chronopoulos V, Mattheos N. Impact of excessive occlusal load on successfully osseointegrated dental implants: a literature review. *J Invest Clin Dent* 2013; 4: 142–50
102. Duyck J, Vandamme K. The effect of loading on peri-implant bone: a critical review of the literature. *J Oral Rehabil* 2014; 41:783-94.
103. Canullo L, Pace F, Coelho P, Sciubba E, Vozza I. The influence of platform switching on the biomechanical aspects of the implant-abutment system. A three dimensional finite element study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16:852-6.
104. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006; 26:9-17.
105. Atieh MA, Ibrahim HM, Atieh AH. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 2010;81:1350-66.
106. Chang Y-Y, Kim S-H, Park K-O, Yun J-H. Effect of microthreads on coronal bone healing of narrow-diameter implants with reverse-tapered design in beagle dogs. *Clin Oral Impl Res* 2017; 28: 1532–42.

BIBLIOGRAFIA

107. Calvo-Guirado JL, Gómez-Moreno G, Aguilar-Salvatierra A, Guardia J, Delgado-Ruiz RA, Romanos GE. Marginal bone loss evaluation around immediate non-occlusal microthreaded implants placed in fresh extraction sockets in the maxilla: a 3-year study. *Clin Oral Impl Res* 2015; 26:761-767.
108. Cooper LF. Systemic effectors of alveolar bone mass and implications in dental therapy. *Periodontology* 2000 2000; 23:103-109.
109. Trisi P, Lazzara R, Rao W, Rebaudi A. Bone-implant contact and bone quality: evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseotite implant surfaces. *Int J Perio Rest Dent* 2002; 22:535-45.
110. Wennerberg A, Albrektsson T, Johansson C, Andersson B. Experimental study of turned and grit-blasted screw-shaped implants with special emphasis on effects of blasting material and surface topography. *Biomaterials* 1996; 17:15-22.