

M.A. Sánchez Garcés¹
I. Gallego Medina²
J.M. Míco Llorens²
O. Luis Delgado²
M. Tamarit Borrás²
M. Sorni Bröker²
C. Gay Escoda³

Actualización en implantología bucal. Revisión de la literatura del año 2000

- 1 Profesora Asociada de Cirugía Bucal. Profesora del Máster de Cirugía e Implantología Bucal. Universidad de Barcelona.
- 2 Licenciado en Odontología. Alumno del Máster de Cirugía e Implantología Bucal. Universidad de Barcelona.
- 3 Catedrático de Patología Quirúrgica Bucal y Maxilofacial. Director del Máster de Cirugía e Implantología Bucal. Universidad de Barcelona. Cirujano Maxilofacial del Centro Médico Teknon. Barcelona.

Correspondencia:
Cosme Gay Escoda
C/ Ganduxer 140, 4º
E-mail: cgay@bell.ub.es
WEB: <http://www.gayescoda.com>.

RESUMEN

Los autores revisan los artículos publicados en las revistas científicas más relevantes en el ámbito de la implantología bucal durante el año 2000, destacando las novedades más significativas en cuanto a técnica quirúrgica, estudios del comportamiento de las superficies, métodos de diagnóstico, regeneración ósea guiada y complicaciones.

PALABRAS CLAVE

Implantes dentales; Técnica quirúrgica; Superficies de implantes; Diagnóstico; Regeneración ósea guiada; Complicaciones.

ABSTRACT

The authors review the articles published in the most relevant journals concerning implantology during the year 2000, giving special attention to surgical techniques, diagnosis, osseous regeneration, surfaces, and complications.

KEY WORDS

Dental implants; Surgical techniques; Diagnosis; Osseous regeneration; Surface; Complications.

20 INTRODUCCIÓN

El interés creciente de los odontólogos por la implantología bucal tiene como consecuencia la publicación de numerosos artículos, potenciados evidentemente por los avances a nivel industrial, técnico y científico, que se dan de forma constante en este área. La necesidad de actualizar los conocimientos por parte de los diferentes especialistas que comparten esta línea de tratamientos, se traduce en la necesidad de leer múltiples revistas científicas, algunas en el campo de la investigación y otras especializadas en la publicación de los resultados clínicos de series de pacientes tratados, o simplemente a propósito de casos especiales. Todas las publicaciones tienen algún punto de interés que contribuye a la formación continuada de los profesionales preocupados por mantener su formación actualizada. Es el propósito de este artículo resumir la información más destacable publicada en el año 2000, agrupada en diferentes apartados.

1. SUPERFICIES

La tecnología que se aplica a los implantes dentales se encuentra en continuo avance para conseguir una mejor interacción entre el hueso y la superficie del implante, procurando respetar las leyes biológicas.

Los implantes dentales de titanio puro o los de aleaciones de titanio se han convertido en una de las mejores opciones de tratamiento para los pacientes total o parcialmente edéntulos. Los implantes de titanio se integran mejor cuando se comparan con otros metales y producen menos reacciones tisulares⁽¹⁾. Las aleaciones del titanio con otros elementos como el aluminio y el vanadio mejoran las propiedades de los implantes, tales como su resistencia y estabilidad, y la resistencia a la corrosión.

El porcentaje de éxito de los implantes de titanio en general es del 90%⁽¹⁾. En un estudio realizado por Placko y cols.⁽²⁾ se observa que no existen diferencias significativas entre los implantes de titanio puro y sus aleaciones, aunque sí se observan variaciones según

los tratamientos recibidos en su superficie. Una de las propiedades que presentan es la posibilidad de formar una capa de óxido de titanio estable cuando se expone al aire, lo cual le da una mayor resistencia a la corrosión. El titanio interactúa con los fluidos biológicos a través de esta capa de óxido estable de 2 a 10 nm que es la base de su biocompatibilidad⁽¹⁾. Igualmente se ha descrito que esta capa de óxido produce cambios electroquímicos entre su superficie y el entorno fisiológico⁽³⁾.

En un estudio realizado por Gil⁽⁴⁾ se analizan algunas propiedades mecánicas de los implantes de titanio puro (SK Klockner®) entre las que se encuentran la dureza, la tracción, la torsión, la flexión y la compresión. Describe como dato importante que la dureza del implante es mayor en su superficie, donde se encuentra la capa de óxido, y que presenta una gran resistencia elástica, lo que le confiere rigidez al implante.

Tipos de superficies

Existen varios tipos de superficies en los implantes, todos ellos buscando obtener una mejor osteointegración en el lecho quirúrgico. El biomaterial ideal que conformaría la superficie del implante debería ser aquel que además de biocompatible, favorezca la curación ósea⁽³⁾.

Existen varias morfologías de la superficie de los implantes, como son las lisas, las rugosas y las porosas. Dentro de las superficies lisas se encuentran las de mínima rugosidad (0,5 a 1 µm), las de rugosidad intermedia (1 a 2 µm) y los rugosos (2 a 3 µm). Pero en términos generales, una superficie es lisa cuando su rugosidad es igual o menor a 1 µm y los rugosos son los mayores de 1 µm. Los implantes mecanizados de titanio son de superficie lisa, con una rugosidad de 0,53 a 0,96 µm⁽¹⁾.

La calidad de la superficie del implante es uno de los factores clave para lograr una buena estabilidad y curación en la zona periimplantaria. Debe existir una buena interacción entre el tejido óseo, la geometría del implante y la textura de su superficie⁽⁵⁾. Así, para mejorar la osteointegración, se han realizado ciertas

modificaciones, creando la superficie rugosa, mediante chorreado de arena o realizando otros tratamientos físicos⁽⁴⁾. Entre estos se encuentran los métodos físico-químicos, que modifican la composición de la superficie del implante, así como su energía y el tipo de carga (positiva o negativa); aunque no se ha descrito que se consiga aumentar la adhesión celular o tisular si se incrementa la energía superficial o se cambia la carga superficial del implante⁽³⁾.

Uno de los métodos empleados para modificar la superficie del implante es el spray de plasma que puede aplicar tanto titanio como hidroxiapatita sobre una superficie metálica. La superficie rugosa para el titanio es de 1,82 μm y para la hidroxiapatita va desde 1,59 μm hasta 2,94 μm ⁽¹⁾. Otro método usado para lograr una superficie rugosa es el baño con partículas de óxido de aluminio, carburo de silicio⁽⁴⁾ u óxido de titanio con diferentes grosores. Con este último se observa una resistencia al torque de remoción 4 veces mayor que con los implantes mecanizados, logrando un éxito del 93,7% entre los 0 y 36 meses⁽¹⁾. El baño con estas partículas permite una compresión sobre la superficie del implante que disminuye la fatiga del material, además de mejorar la osteointegración⁽⁴⁾.

Otro tratamiento de la superficie se puede realizar mediante el grabado ácido del implante, que ha demostrado producir una mejor resistencia al torque de remoción cuando se compara con los implantes mecanizados, lo cual indica que poseen un buen anclaje primario o retención mecánica⁽¹⁾, aunque según Cordioli y cols.⁽⁵⁾ el implante recubierto de plasma de titanio presenta mayor resistencia al torque que los mecanizados. Igualmente demuestra que los implantes con grabado ácido en su superficie como el Osseotite® de 3I, tienen mayor contacto con el hueso que los mecanizados, los de plasma de titanio y los que han recibido un baño de titanio⁽⁵⁾.

Otro de los métodos de modificación de la superficie, consiste en realizar un chorreado de arena y un grabado con ácido sulfúrico-hidroclorhídrico (SLA Straumann®⁽¹⁾) o con ácido fluorhídrico⁽⁵⁾. Se ha observado que mejora el contacto hueso-implante entre un

60 y un 70% a las 6 semanas de su colocación, aunque un estudio realizado por Strnad y cols.⁽⁶⁾ demuestra que no se forma la capa de fosfato de calcio sobre la superficie de estos implantes, lo cual retardaría la osteointegración.

En el estudio realizado por Cordioli y cols.⁽⁵⁾ se observó que los implantes mecanizados son los que poseen la superficie más pulida (0,29 μm), seguido por los que han recibido un grabado ácido (0,62 μm), los bañados con óxido de titanio (1,26 μm) y por último se encuentran los de plasma de titanio (9,10 μm).

Brunski y cols.⁽³⁾ citan un estudio realizado por Wennerberg y cols. en el que compararon los implantes bañados con óxido de titanio, con óxido de aluminio y los mecanizados, observando que la mejor unión hueso-implante se produce en los bañados de TiO_2 .

En el estudio realizado por Placko y cols.⁽²⁾, se describen las diferencias entre los tratamientos que reciben las superficies de los implantes de titanio puro o sus aleaciones. Los de superficie pulida no presentan ningún tipo de rugosidad, en cambio los que poseen superficies electropulidas tienen ondulaciones y porosidades cuando se observan con el microscopio electrónico. Los implantes que han recibido baños de metales o cerámicas son visiblemente rugosos y presentan múltiples grietas en su superficie.

Existen implantes que tienen en su composición ciertos materiales cerámicos que son bioactivos y poseen propiedades osteoconductoras, que pueden utilizarse tanto para confeccionar el implante o como para formar una capa sobre su superficie metálica⁽⁶⁾. Los más usados son la hidroxiapatita, el fosfato tricálcico y los biocristales ya que pueden desarrollar una unión química con el hueso y tienen la capacidad de formar una delgada capa de fosfato de calcio sobre la superficie del implante en pocas horas, que es similar a la del tejido óseo⁽⁵⁾. Los estudios realizados tanto *in vitro* como *in vivo* han demostrado que la hidroxiapatita es biocompatible, osteoconductor y mejora la osteointegración de los implantes, por lo que se ha sido utilizada ampliamente para cubrir su superficie⁽⁷⁾.

Esta capa cerámica puede ser densa o porosa, dependiendo de la composición química y del méto-

22 do empleado para cubrir el implante. La cristalinidad de estas cerámicas se encuentra directamente relacionada con la tasa de disolución de la capa, ya que mientras más densa y cristalina es, menor será su disolución. Esta cristalinidad puede verse afectada por el calor y la presión durante el chorreado, por ejemplo, el spray de plasma de hidroxiapatita tiene una cristalinidad de 60 a 70%, la cual se puede incrementar con el calor⁽¹⁾.

Proussaefs y cols.⁽⁸⁾ describen el caso de una paciente de 77 años de edad a la que en 1991 se le habían colocado 2 implantes de titanio cubiertos de hidroxiapatita a nivel del 1.3 y 2.3, y que en 1998 se decidió retirarlos quirúrgicamente usando una trefina de 4 mm por presentar una angulación excesiva, con lo que fue posible procesarlos en el laboratorio para su análisis histológico. Clínicamente y radiográficamente observaron una buena integración del hueso alrededor del implante, sin signos de patología. Existía buena integración ósea, con un contacto hueso-implante del 84%, sin evidencia de disolución de la capa de hidroxiapatita y la porción apical del implante se encontraba completamente cubierta de hueso.

En un estudio reciente⁽⁶⁾ se ha demostrado que la máxima profundidad de un defecto que permite una buena aposición ósea de forma espontánea en los implantes de plasma de hidroxiapatita se encuentra entre 1 y 2 mm, en contraste con los de titanio puro, donde este tipo de defecto se rellena con tejido fibroso.

Los implantes chorreados con hidroxiapatita presentan un éxito clínico del 97,8% a los 6 años de su colocación⁽⁷⁾, aunque a largo plazo se encuentra entredicho el éxito y la estabilidad de este tipo de superficie⁽¹⁾. Brunski y cols.⁽³⁾ realizaron una interesante revisión bibliográfica y citan un estudio efectuado por Wong y cols. en el que examinaban la reacción ósea frente a diferentes implantes con superficies tratadas y llegaron a la conclusión de que los chorreados de hidroxiapatita presentaban mayor porcentaje de superficie cubierta por hueso (79,9%) que los de titanio puro o sus aleaciones (38,5%), después de 12 semanas de implantación. Estos autores⁽³⁾ igualmente

citan otro estudio *in vivo* realizado por Buser y cols., donde se colocaron implantes con 6 tipos diferentes de superficies (titanio electropulido, SMP, SL, SLA, TPS e HA) que ya es un clásico, en el que se concluye que la superficie de contacto implante-hueso es directamente proporcional a la rugosidad de la superficie.

Lee y cols.⁽⁷⁾ recuerdan que muchos autores, como Albrektsson no encuentran ventajas de la superficie de hidroxiapatita frente a los implantes de titanio puro o sus aleaciones. También se ha descrito una inadecuada respuesta de los tejidos blandos hacia la hidroxiapatita⁽⁷⁾.

A pesar de los inconvenientes comentados, en casos especiales en los que se necesita una rápida osteointegración como en los maxilares con hueso tipo IV, en zonas de injerto óseo libre o cuando está indicado colocar implantes de pequeña longitud, se aconsejan los implantes chorreados de hidroxiapatita⁽¹⁾.

Se ha demostrado que el área y el volumen de la superficie de hidroxiapatita se reduce entre un 53 y un 67% a las 16 semanas si los implantes no están cargados, en cambio, en los implantes que se someten a carga después de la implantación, transcurrido el mismo período de tiempo, presentan una reducción de su superficie entre el 83 y el 87%⁽¹⁾.

En cuanto a los implantes recubiertos de fosfato cálcico, según Sykaras y cols.⁽¹⁾ existen varios estudios que indican que pueden mejorar la estabilidad primaria aun en presencia de defectos óseos iniciales, mientras la micromovilidad sea inferior a 150 μ m. Sin embargo en los casos de carga temprana, no se recomiendan porque aumenta excesivamente la movilidad del implante. Los implantes recubiertos de fosfato cálcico también ofrecen una buena osteointegración cuando se colocan en huesos poco trabeculados, aunque se ha podido observar que el espesor de la capa de fosfato cálcico decrece con el tiempo.

Otro tipo de implantes son los de superficie porosa, que también ofrecen una buena interfase de unión con el hueso. Los poros se producen cuando los polvos esféricos de materiales cerámicos o metálicos se convierten en una masa coherente adherida al núcleo metálico del implante. Un poro de una profundidad

de 150 a 300 μm tiene un tamaño óptimo para la interacción con el hueso. La forma porosa influye en el resultado biológico final, de manera que, si el porcentaje de poros en la superficie decrece en un 9%, la interacción con el hueso disminuye en un 12% después de 12 semanas de implantación. También se ha determinado que la distribución de los poros influye en la adaptación del hueso trabeculado.

En estudios clínicos revisados por Sykaras y cols.⁽¹⁾ se ha determinado que el porcentaje de supervivencia de un implante de superficie porosa es del 95% a los 4 años, en consecuencia el implante colocado puede tener una menor longitud, ya que su porosidad aumenta la superficie de contacto, en comparación con los implantes mecanizados⁽¹⁾.

Así pues, se acepta que el tipo de superficie del implante influye en la osteointegración. Las superficies de los implantes que no están en óptimas condiciones no permiten que las células produzcan los factores locales que permiten el control del crecimiento y repoblación celular alrededor del implante⁽¹⁾. Existen pocos estudios comparativos entre los implantes mecanizados y los de superficie rugosa, sin embargo, en uno realizado por Lindhe en 1998 citado por Suzuki y cols.⁽⁹⁾ no se encontraron diferencias entre las tasas de éxito ni respecto a la altura ósea alrededor de los dos tipos de implantes estudiados. Iguales resultados son descritos por Brunski y cols.⁽³⁾ cuando se comparan superficies de titanio, o sus aleaciones y los chorreados de hidroxapatita.

Otros métodos empleados para mejorar la osteointegración de los implantes son los bioquímicos, que producen modificaciones en la superficie, buscando inmovilizar las proteínas, enzimas o péptidos para inducir una respuesta celular específica. Entre las técnicas aplicadas se encuentra: el aprovechar las moléculas de adhesión celular y los mediadores como la cadena Arg-Gly-Asp (RGD) que intervienen en la unión de las células con las proteínas del plasma, el colágeno y las sialoproteínas óseas; o emplear biomoléculas con efecto osteotrópico para incrementar la actividad de los osteoblastos y la osteoinducción como los factores de crecimiento, FGF-2, TGF- β 1 y BMPs⁽³⁾.

Para controlar la exposición y concentración de estas moléculas en la interfase hueso-implante se utilizan varios métodos, como la absorción, la inmovilización covalente y la liberación de la capa que cubre la superficie del implante⁽³⁾. También se están aplicando cementos de fosfato de calcio, colágeno, acetatos de vinilo-etileno o poliláctico-glicólico en la superficie del implante con el fin de conseguir una mejor respuesta celular en la interfase implante-hueso⁽³⁾.

Diseño del implante

En cuanto al diseño de los implantes se sabe que los atornillados presentan espiras que mejoran la estabilidad inicial a la vez que incrementan su superficie de contacto. La profundidad de la espira, su densidad, su pendiente y angulación, son parámetros que determinan el área funcional del implante.

Algunas casas comerciales como Nobel Biocare, han introducido los implantes de doble o triple espiral, los cuales pueden entrar fácilmente en el lecho preparado, con la menor generación de calor e incrementando la estabilidad inicial. Se encuentran especialmente indicados en los huesos tipo IV. Para mejorar el efecto de las espiras se han incluido en su superficie algunas perforaciones, indentaciones y/o surcos de distintas formas y dimensiones⁽¹⁾.

Se ha descrito que la forma o diseño del implante puede influenciar la respuesta ósea, como por ejemplo, en el nivel de altura del hueso alrededor de un implante, en el caso de los implantes cilíndricos, la altura ósea suele ser menor que la que se observa alrededor de los implantes atornillados⁽⁸⁾.

En un estudio realizado por Abu-Hammad y cols.⁽¹⁰⁾ observaron que agregar al implante un componente que disminuya el estrés en el hueso circundante produce una menor pérdida ósea tanto vertical como horizontal. En una modificación que realizaron en el cuello de un implante incluyeron hidroxapatita reforzada con polietileno (HRP), que tiene gran capacidad de osteointegración. Además las superficies con HRP que entran en contacto con el hueso se osteointegran adecuadamente, debido a que es un material biocompa-

24 tible. También comprobaron que si se aumenta la dureza de los materiales, se transmiten más fuerzas a nivel apical del implante y menos lateralmente.

Los diferentes diseños de los implantes influyen en la curación del lecho óseo. En los implantes porosos proveen del espacio y el volumen necesario para la migración celular, así como favorecen un buen contacto que potencia la osteogénesis. En los implantes mecanizados la osteointegración proviene de las paredes del lecho creado con la osteotomía y no tanto de la superficie⁽¹⁾.

Evaluación de las superficies de los implantes

En la revisión realizada por Wennerberg y Albrektsson⁽¹⁾ se citan los diferentes métodos que podemos utilizar para evaluar las superficies rugosas de los implantes dentales cuando se realizan estudios *in vitro* o *in vivo*. Entre los métodos utilizados se encuentran: los perfilómetros de contacto mecánico, los instrumentos ópticos de perfilado y el escáner con sondas microscópicas.

Los perfilómetros de contacto mecánico (PCM) son instrumentos que constan de una punta de diamante que se pone en contacto con la superficie a una velocidad constante. Los movimientos verticales se registran con signos digitales o análogos, registrando el perfil de la superficie analizada. Son un buen método para evaluar la superficie de los implantes atornillados, los de tipo hoja, las superficies rugosas, así como para medir las desviaciones en la forma del implante. También se pueden realizar análisis en 3D. Es recomendable observar previamente la muestra con un microscopio óptico.

Los instrumentos ópticos no entran en contacto con el implante, lo cual ofrece la ventaja de no dañar su superficie durante la observación. Se obtiene mejor resolución que con los instrumentos de contacto mecánico y se utilizan para evaluar los discos o cilindros. Entre los instrumentos ópticos, el *Sistema de detección de focos* es adecuado en los implantes de superficie rugosa, así como para los de espray de plasma y para algunos recubiertos de hidroxiapatita. Utiliza un rayo

de luz de 1 mm de diámetro que se escanea sobre la superficie al desplazar la muestra o el objetivo sobre el rayo.

Otro instrumento es el **Microscopio de escaneo con láser confocal** (MELC), que es muy preciso para medir y caracterizar las superficies porosas y/o inclinadas, así como los flancos del implante. El *Interferómetro de luz blanca* (ILB) posee un rayo de luz que se separa en dos, uno es reflejado desde un plano de referencia y el otro es reflejado desde la superficie de la muestra medida, por lo que las irregularidades de la superficie pueden causar cambios en la luz reflejada. Estos dos últimos instrumentos (MELC y ILB) son los métodos más aceptados para la evaluación de los diseños de implantes dentales.

El escáner con sondas microscópicas mide la interacción entre la punta y la superficie de la muestra. Esta punta está unida a un brazo que se desplaza verticalmente, cuyas medidas son posteriormente registradas. Presenta una alta resolución, por lo que se pueden visualizar estructuras finas como las moléculas de proteínas, así como permite la evaluación de la relación entre las superficies rugosas y los procesos biológicos. Las medidas pueden realizarse tanto en medio aéreo como en un medio líquido. Como inconveniente presenta que el rango máximo de medida vertical puede ser insuficiente para algunos implantes.

Está indicado realizar las evaluaciones en 3D, que suelen ser más exactas que en 2D, estas exploraciones sólo son aceptables si se hacen un mínimo de 25 escaneados con una distancia no mayor de 20 mm, estos cortes a su vez, deben ser perpendiculares al eje principal de la irregularidad. Las zonas que deben medirse difieren según el tipo de implante a evaluar. En los implantes atornillados es recomendable medir los toques, las depresiones y los flancos realizando tres medidas en cada uno; en los implantes cilíndricos basta con medir tres áreas diferentes, ya que la topografía de la superficie es similar en las diferentes localizaciones.

Es importante tener un buen equipo de medidas, así como seguir las normas para la evaluación de las pequeñas superficies topográficas de los implantes y las recomendaciones para calibrar los instrumentos.

2. TÉCNICA QUIRÚRGICA

Uno de los mayores problemas en el tratamiento implantológico son los defectos en la altura y el grosor del hueso alveolar. En el maxilar superior es frecuente la pérdida de molares y la consecuente reabsorción ósea, no dejando un grosor y/o altura suficiente para la colocación de implantes sin realizar previamente o simultáneamente una técnica de regeneración ósea o de elevación del suelo sinusal.

Dentro de esta modalidad quirúrgica, la utilización de los osteotomos permite llevar a cabo una técnica más atraumática que la elevación sinusal clásica por vía vestibular. En este sentido, Rosen y cols.⁽¹²⁾ realizaron un estudio multicéntrico retrospectivo de la técnica de elevación sinusal mediante osteotomos. El éxito global de supervivencia fue del 95,4%. Sin embargo, cabe destacar que se utilizaron implantes de distintas marcas comerciales, con distintos tratamientos de superficie, de diseño cilíndrico y roscado, y que los 9 cirujanos que participaron en el estudio usaron materiales de relleno en cantidades y proporciones diferentes según el criterio de cada uno de ellos, hecho que reduce la fiabilidad del trabajo. Los autores concluyen que la técnica es buena utilizando varios tipos de implantes y materiales de relleno, y que el factor más importante en la supervivencia del implante es la distancia entre el suelo del seno maxilar y la cresta alveolar, ya que si ésta es inferior a 4 milímetros la supervivencia de las fijaciones es del 85,7% y si es igual o superior a 5 milímetros, este mismo porcentaje aumenta por encima del 96%.

Los osteotomos se utilizan también en casos donde la altura ósea del maxilar es correcta pero la anchura es insuficiente para colocar implantes⁽¹³⁾. Vilaplana y cols.⁽¹⁴⁾ utilizan esta técnica en pacientes con agenesia de incisivos laterales superiores, donde en ocasiones la anchura ósea de la cresta es correcta, pero hay concavidades en la porción más apical que imposibilitan el fresado ya que se crearían dehiscencias o fenestraciones en la cortical vestibular.

Schwartz-Arad y Dolev⁽¹⁵⁾ obtienen un éxito del 95,4% a los 5 años de la colocación de implantes en

el sector posterior del maxilar superior utilizando fijaciones de distintas superficies y casas comerciales sin hacer aumento de seno maxilar.

En aquellos casos que existen tramos edéntulos con reabsorciones óseas severas, las opciones terapéuticas pueden ser múltiples. Las modalidades clásicas de tratamiento son la colocación de implantes más cortos, utilización de injertos de hueso para el aumento de su altura y, en la zona mandibular posterior, la transposición del nervio dentario. Kremenov⁽¹⁶⁾ propone una alternativa a estos tratamientos colocando implantes angulados. En los casos de los sectores posteriores mandibulares, asegura la bicorticalización de los implantes situándolos con una «angulación lingual», hacia la línea milohiodea. En el maxilar superior propone que los implantes sean paralelos a las paredes anterior y posterior del seno maxilar, así como también perpendiculares a la curvatura palatina, todo ello combinándolo con la ubicación de algún implante en la apófisis pterigoides. Presenta un estudio con un total de 47 pacientes, en 25 de ellos les coloca 86 implantes en la mandíbula y a los 22 restantes, les coloca 75 implantes en el maxilar superior. Defiende esta opción terapéutica porque cree que así se evita realizar técnicas quirúrgicas más agresivas y con mayor morbilidad; preconiza que así se pueden colocar implantes más largos, y con mayor garantía de osteointegración, puede ofrecer al paciente una mejor oclusión en los sectores posteriores y además reduce la longitud del brazo de palanca posterior en la prótesis⁽¹⁷⁾, aunque se deberá compensar la angulación de los implantes con la utilización de pilares de cicatrización angulados.

No se debe olvidar que también existen opciones alternativas al aumento de hueso y, aunque no son anatómicamente ideales, son también un tratamiento correcto. Sería el caso de la utilización de 4 implantes intermentonianos ferulizados con una barra Ackermann, colocando posteriormente una sobredentadura. Este plan de tratamiento es propuesto por Stellingsma y cols.⁽¹⁸⁾, quienes lo realizaron en 17 pacientes con una tasa de supervivencia del 88%.

Una técnica más agresiva pero que puede indicar-

26 se en pacientes edéntulos con reabsorción severa del maxilar superior es la osteotomía de Le Fort I con interposición de un injerto óseo y avance del maxilar superior, para posteriormente realizar una rehabilitación con implantes. Esta cirugía está indicada en pacientes con una distancia intermaxilar aumentada por la reabsorción severa y con una discrepancia sagital que hace que los maxilares se encuentren en clase III esquelética. El éxito de osteointegración es del 94,6% en el grupo de pacientes intervenidos por Stoelinga y cols.⁽¹⁹⁾. Estos mismos autores comentan que esta técnica tiene una ventaja frente a los onlays ya que se conserva encía queratinizada alrededor de las fijaciones, y no será necesario realizar injertos de encía libre. Sin embargo, en ocasiones es difícil hacer una osteotomía controlada del maxilar superior y se pueden fracturar la tuberosidad o el hueso palatino. Además, al descender el maxilar superior se reduce el espacio que ocupa la lengua y el paciente puede tener problemas fonéticos.

Una de las dudas que nos plantea el tratamiento de las reabsorciones óseas severas es de si es mejor colocar los implantes en la misma cirugía de aumento o bien si es mejor una técnica diferida. Es interesante destacar el estudio realizado por Wannfors y cols.⁽²⁰⁾ en 40 pacientes con el maxilar superior edéntulo, en los que efectuaron la técnica simultánea en 20 pacientes y la técnica diferida en los otros 20. Concluyeron que el riesgo de pérdida de los implantes en una sola cirugía es dos veces mayor que en la técnica diferida.

Otros de los campos en el que se sigue investigando es la distracción ósea. Gaggl y cols.⁽²¹⁾ destacan que con esta técnica quirúrgica se evita la colocación de injertos óseos, los problemas y las complicaciones de la zona donante, a la vez que se aumenta la cantidad de hueso obtenido y se expanden los tejidos blandos adyacentes. Sin embargo, uno de los problemas importantes que presenta esta técnica es como retirar el aparato distractor una vez conseguida la estabilización del hueso. Estos autores describen un implante que sirve de distractor, y que no debe extraerse después del procedimiento, y además puede utilizarse también como soporte de la futura prótesis.

El inconveniente de este sistema es que como se inicia la separación de los fragmentos óseos a los 7 días de la colocación del implante utilizado como distractor, y aún no está osteointegrado, la velocidad de separación de los fragmentos debe limitarse a 0,25-0,5mm diarios, en lugar de 1mm diario, como es habitual en otros tipos de distractores.

En la búsqueda frenética por acortar los tiempos de tratamiento, Watzek y cols.⁽²²⁾ describen un método de distracción ósea que consiste en colocar implantes en la zona donde se dispone de hueso suficiente, aunque la posición o dirección de las fijaciones no sea la idónea. Una vez integradas se hará una segunda cirugía en la cual se realizarán osteotomías alrededor de estos implantes, a continuación se fijará un aparato distractor a las cabezas de estos implantes integrados en mala posición y se moverán hasta llevarlos a una posición favorable. Este dispositivo utiliza dientes adyacentes u otros implantes integrados en una correcta posición como puntos de apoyo, para poder mover los implantes. Los autores argumentan que este método es más rápido que realizar una técnica de aumento tipo onlay, esperar unos meses y colocar los implantes. Además estará también indicado en pacientes jóvenes, a los que les colocaron implantes y que con el crecimiento ha variado la posición de las fijaciones respecto a los dientes adyacentes.

Poco a poco, el perfeccionamiento y la estandarización de la técnica quirúrgica permite tratar casos límite como el presentado por Chiapasco y cols.⁽²³⁾. Se trata de un paciente de 27 años con un osteosarcoma condroblástico al que se realizó una resección de la hemimandíbula afectada y se hizo la reconstrucción mediante un injerto vascularizado de tibia. Este hueso es apropiado para la reconstrucción mandibular, pero tiene el inconveniente de la altura ósea residual, ya que suele ser de unos 15 mm. Este hecho hace poco recomendable la colocación de implantes puesto que la proporción corono-implantaria es desfavorable. Por esta razón, realizaron una distracción ósea vertical del injerto de tibia con un resultado satisfactorio, y posteriormente se colocaron los implantes. Sin embargo, aunque no tuvieron complicaciones, los autores argu-

mentan que se ha de seguir investigando en este campo ya que es el primer caso de distracción de hueso de tibia, en un paciente oncológico publicado en la literatura.

También se han publicado numerosos trabajos de experimentación animal sobre la distracción ósea. Oda y cols.⁽²⁴⁾ emplearon esta técnica en 6 perros aumentando la altura de la cresta alveolar en aproximadamente 7 milímetros. Observaron en los cortes histológicos a las 12 semanas que la osteointegración era mayor que a las 8 semanas. Nosaka y cols.⁽²⁵⁾ utilizaron 4 perros obteniendo un aumento vertical de 14 mm a razón de 1 mm diario con un aparato distractor extrabucal. A las 3 semanas de finalizado el movimiento de los fragmentos se colocaron implantes, comprobando 6 meses después de esta última cirugía que la estabilidad de los fragmentos y la osteointegración eran correctas. Este estudio demuestra que se pueden colocar implantes en una zona donde se ha realizado anteriormente una distracción ósea efectuándolo durante el periodo de consolidación y maduración del callo óseo.

En otro estudio⁽²⁶⁾ con 17 perros Beagle se observó que la formación de hueso se produce desde los márgenes óseos hacia la zona central del espacio que queda entre los dos fragmentos donde se realiza la distracción. Describen cronológicamente este hecho destacando que, durante las 4 primeras semanas de la estabilización es cuando se observa el crecimiento óseo hacia el interior del defecto. Entre la 4ª y 6ª semana se observa una maduración progresiva del tejido óseo, en la que la mineralización va en aumento hasta que se estabiliza, y a partir de la 6ª semana esta mineralización disminuye ligeramente, puesto que la remodelación predomina sobre la regeneración ósea.

En cuanto a la carga inmediata de los implantes los resultados obtenidos en diversos estudios muestran éxito de integración siguiendo los criterios de Albreksson, si se sigue el protocolo siguiente:

- Pacientes con buena cantidad y calidad ósea que asegure una correcta estabilidad primaria. Se especula que el micromovimiento de un implante ha de ser inferior a 100 o 150 μ m para que se produzca la osteointegración⁽²⁷⁾.

- Fijación estable de todos los implantes mediante una estructura rígida, que puede ser un puente provisional de resina reforzado con metal⁽²⁸⁾ o una barra en U tipo Dolder^(29, 30).
- Oclusión correctamente balanceada⁽³¹⁾.
- Torque de inserción del implante superior a 40 Ncm⁽³²⁾.
- Bicorticalización^(33, 34), con el fin de aumentar la estabilidad primaria.

El interés por conseguir estética incluso en estos casos es incesante. Kinsel y Lamb⁽³⁵⁾ proponen una peculiar incisión que ayudará a crear papilas interimplantarias en pacientes edéntulos a los que se colocara una prótesis fija implanto-soportada y de carga inmediata.

En implantes unitarios de carga inmediata se suele dejar un contacto oclusal muy leve o inexistente durante la fase de osteointegración⁽³⁶⁾, por lo tanto no debería hablarse en estos casos de carga inmediata sino más bien de pseudocarga inmediata.

Sin embargo es necesario seguir realizando estudios especialmente en casos de rehabilitaciones del maxilar superior y en huesos de baja calidad como los de tipo IV. Schwartz-Arad y cols.^(37, 38) realizaron un estudio en 43 pacientes a los cuales les practicaron 51 exodoncias, previamente a la instalación de un total de 56 implantes. Para conseguir estabilidad primaria, colocaron partículas de hueso obtenido en las maniobras de regularización de los alveolos de extracción. En 6 casos además se utilizó colágeno y una membrana de e-PTFE. La tasa de supervivencia de los implantes a los 5 años en la mandíbula fue del 92%, mientras que en el maxilar superior fue del 82%. Las ventajas que aporta este tipo de cirugía es la menor pérdida de hueso tras la exodoncia y la colocación de implantes de mayor longitud y diámetro sin la necesidad de emplear técnicas quirúrgicas más complejas.

Cada vez más, se está destacando la presencia y la importancia de la manipulación de los tejidos blandos en la 2ª fase quirúrgica de los implantes. Existen estudios, como el de Heydenrick y cols.⁽³⁹⁾ que demuestran que el tipo de incisión que se realiza alrededor de los implantes determinará el grado de hiper-

28 plasia posterior y condicionará el mantenimiento de los implantes a largo plazo. Estos autores defienden que la incisión realizada en el fondo vestibular de la mandíbula ofrece mayores ventajas. Posteriormente a este trabajo, aparece una réplica realizada por Tarnow⁽⁴⁰⁾, que consideraba que el número de pacientes estudiados era insuficiente y que los resultados obtenidos a lo largo de su experiencia clínica no coinciden con los de estos autores.

Un dato interesante es el aportado por Tarnow y cols.⁽⁴¹⁾ que analizaron los condicionantes que pueden existir para que entre dos implantes se forme una papila, hecho especialmente difícil como es bien conocido. En su estudio observaron que desde la interfase pilar-implante se pierden en sentido lateral 1,4 milímetros de hueso. Este hecho es importante puesto que si dos implantes están a menos de 3 milímetros, la cresta ósea perderá más de 1 milímetro de altura en esta posición. Por este motivo, la presencia o no de papila entre coronas implanto-soportadas dependerá de la distancia entre la cresta ósea y el punto de contacto protésico. Si esta distancia es inferior o igual a 5 milímetros, la papila estará presente en la casi totalidad de los casos. Si es superior a 6 milímetros, el porcentaje de presencia de papila disminuirá considerablemente.

Una técnica que se realiza cada vez con más frecuencia es la exodoncia y la colocación inmediata de un implante en el alveolo. Una buena recomendación para estos casos es recoger las virutas óseas producidas durante el fresado, con un filtro de hueso conectado al aspirador y con ellas rellenaremos el espacio existente entre implante y el alveolo dentario en su porción más coronal. En estos casos es aconsejable colocar una membrana⁽⁴²⁾.

3. PRUEBAS RADIOLÓGICAS

Las pruebas radiológicas son imprescindibles para el proceso diagnóstico, el plan de tratamiento y el acto quirúrgico en implantología. Cuando se solicita un estudio radiológico, debe pensarse en que es lo que

se quiere valorar, y después escoger la más sencilla, menos costosa, y que comporte la menor radiación posible para el paciente.

La Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial recomienda seguir el principio de «ALARA» (*As Low As Reasonably Achievable*) para reducir tanto la dosis de radiación como el coste económico de las pruebas a los pacientes.

Se pueden realizar radiografías periapicales y una ortopantomografía, pero éstas sólo ofrecen información en dos planos del espacio. Hoy en día se dispone de otras técnicas más sofisticadas que, en algunos casos, van a ser de gran ayuda. Así pues, como gran novedad, aparece la tomografía computadorizada mediante la emisión de fotón único (SPECT)⁽⁴⁴⁾ que ofrecerá información sobre la osteointegración de los implantes. Esta prueba está basada en los principios de la gammagrafía ósea y, por lo tanto, se puede cuantificar la capacidad osteoblástica en la zona de los implantes.

Por otro lado, disponemos de la tomografía computadorizada (TC) en sus diferentes cortes (axial y coronal). Esta prueba radiológica no sólo se puede realizar preoperatoriamente para establecer el plan de tratamiento, sino también para conocer el éxito de las técnicas de regeneración tisular⁽⁴⁵⁾.

Hoy en día, con los nuevos avances en la informática, se tiende cada vez más a escanear las imágenes radiológicas obtenidas y guardar la información en un ordenador. Para ello, existen programas informáticos como el COMMCAT⁽⁴⁶⁾ que ofrece la posibilidad de escanear las pruebas radiológicas realizadas al paciente y que utilizaremos para preparar el plan de tratamiento.

Sin embargo no se debe dejar de lado que, siempre que sea posible se debe elegir una prueba diagnóstica lo menos invasiva posible. En un estudio realizado por Bianchi y cols midieron si la TC convencional ofrecía una mayor irradiación que la TC espiroidea. La conclusión de este trabajo fue que en la TC espiroidea se reducía la radiación total del paciente entre un 47-60% en la zona ocular y, entre un 60-70% en la zona cutánea del tiroides.

4. FÉRULAS QUIRÚRGICAS

La elaboración del plan de tratamiento de los pacientes que deben ser rehabilitados con implantes es uno de los aspectos más importantes a considerar, como ya hemos comentado. Se debe tener en cuenta tanto la posición como la orientación de los implantes, sobretodo en los tramos edéntulos posteriores, el hueso con densidad de tipo IV⁽⁴⁸⁾ y el maxilar superior edéntulo total o parcial, donde va a asentar una prótesis fija⁽⁴⁹⁾.

La preparación de las férulas quirúrgicas se realiza cuando se ha establecido el número de implantes que se van a colocar y el tipo de prótesis que se empleará. Para ello tanto Çehrelí y cols.⁽⁴⁸⁾ como Sicilia y cols.⁽⁴⁹⁾ realizan un encerado diagnóstico previo, sobre el cual confeccionan la férula. Existen variaciones sobre el tipo de férula que se puede construir, ya que cada cirujano empleará el diseño que cree más útil y cómodo.

En el caso de implantes unitarios, existe un método sencillo para la confección de una guía radiológica que ha sido descrito por Bennani y cols.⁽⁵⁰⁾. Estos autores proponen colocar un alambre metálico en la zona edéntula en un fragmento de silicona y adaptarlo en la boca. Posteriormente, se realiza una radiografía periapical y se obtiene la altura ósea en la zona donde colocamos el implante.

Debemos procurar que la férula determine de forma exacta la posición de los implantes en el hueso alveolar, para evitar errores en su colocación^(48, 49). Así, se consiguen unos buenos resultados estéticos, una función masticatoria y fonética correctas, además de que los pacientes pueden mantener una buena higiene bucal de la manera más fácil posible. La mayoría de férulas que se fabrican son removibles y sólo sirven para la intervención quirúrgica propiamente dicha⁽⁴⁸⁾; sin embargo las hay que se emplean como una férula provisional para elaborar otra segunda férula que ofrecerá una mayor exactitud en la colocación de los implantes⁽⁴⁹⁾. El problema que ofrecen muchas de estas férulas es que no tienen una buena estabilidad, sobretodo las inferiores. Por esta razón, existen

férulas quirúrgicas que constan de una parte superior y otra inferior, con la parte antero-superior extraíble⁽⁵¹⁾, es un diseño complicado pero que puede ser eficaz.

5. REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA

Estudios en animales

Ohnishi y cols.⁽⁵²⁾ estudiaron en mandíbulas de rata los cambios cronológicos que presenta el hueso formado en defectos óseos tratados mediante regeneración ósea. Para ello utilizaron un grupo experimental de 15 ratas a las que aplicaron membranas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) en defectos óseos creados artificialmente en el maxilar superior. En el grupo control se realizó el mismo procedimiento pero sin la colocación de membranas. Los animales fueron sacrificados en un período que oscilaba entre 1 y 12 semanas tras la intervención quirúrgica. Se observó que el hueso neoformado era, en su mayoría, esponjosa y que cuando las membranas no se retiraban antes de las 4 semanas post-intervención, éste sufría una atrofia ya que la membrana no permitía una corticalización del hueso. Los autores concluyeron que las membranas deben ser retiradas tras un tiempo razonable para permitir así la maduración y corticalización del hueso.

En un experimento similar realizado en primates⁽⁵³⁾, a los que también se les aplicaron membranas no-reabsorbibles en defectos creados artificialmente en la mandíbula, se concluyó que no había diferencias significativas en la cantidad de hueso formado cuando las membranas permanecían *in situ* entre 2 y 12 meses. Por el contrario, la exposición temprana de la membrana durante el primer mes no permitía la regeneración ósea, por lo que era preferible retirarla inmediatamente.

Schliephake y cols.⁽⁵⁴⁾ realizaron un estudio piloto en perros en el que valoraron la utilización de hueso autólogo particulado obtenido durante la preparación del lecho de los implantes, en combinación con membranas reabsorbibles, para el tratamiento de defectos óseos

30 periimplantarios. Aunque se observó una reducción de los defectos, la aplicación de virutas óseas con o sin membranas apenas indujo la regeneración ósea, hecho que los autores atribuyeron a la poca estabilidad del material frente a la presión de los tejidos blandos.

Se ha comercializado una membrana de PTFE (TefGen-FD) cuya densidad es mayor (nanoporosa) que la de la membrana clásica de ePTFE (microporosa). La ventaja de esta membrana nanoporosa reside en la facilidad para retirarla durante la segunda cirugía, ya que impide que el tejido penetre en ella. En un estudio comparativo realizado en conejos⁽⁵⁵⁾ se crearon defectos circulares en hueso de calvaria y se cubrieron con membranas. En la mitad de los defectos se colocó una membrana clásica de ePTFE y en la otra mitad la nueva membrana. Tras 16 semanas se observó una regeneración completa en los defectos que fueron cubiertos con la membrana clásica. Por el contrario, no se constató regeneración completa en ninguno de los defectos cubiertos por la membrana de mayor densidad. Los autores creen que la membrana clásica, al poseer una mayor porosidad, permite la penetración de vasos sanguíneos desde el periostio, así como el aporte de los nutrientes necesarios para la regeneración. En cambio, la membrana más densa no permite este aporte, lo que explica la menor regeneración observada.

Estudios en humanos

La combinación de material de relleno con membranas ha sido utilizada tanto en defectos producidos durante la colocación de implantes, como en el tratamiento de la periimplantitis. Haas y cols.⁽⁵⁶⁾ aplicaron membranas de ePTFE junto con hueso autólogo en defectos periimplantarios tras la descontaminación de la superficie del implante mediante láser blando. A los 9 meses se obtuvo una ganancia ósea media (medida radiológicamente) de 2 mm ± 1,9 mm. Se correlacionó el tiempo de exposición de las membranas con la falta de regeneración, por lo que los autores recomiendan retirar las membranas inmediatamente una vez se exponen.

Mattout y Mattout⁽⁵⁷⁾ realizaron un estudio retrospectivo de 376 implantes (283 en el maxilar superior, 93 en la mandíbula) insertados en combinación con 214 membranas no reabsorbibles. En 213 implantes también se colocó hueso autólogo y en 54 implantes hueso desmineralizado-congelado-deshidratado (DFDBA). Las membranas se retiraron en un plazo de 3 a 12 meses. El tejido formado se valoró según el índice de densidad desarrollado por estos mismos autores. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se empleaba membrana en combinación con hueso autólogo, mientras que no hubo diferencias significativas cuando se utilizaban membranas únicamente o en combinación con DFDBA.

Nemcovsky y cols.⁽⁵⁸⁾ obtuvieron buenos resultados con la colocación de una membrana de colágeno en combinación con hueso mineral bovino en dehiscencias vestibulares producidas durante la colocación de implantes inmediatos. Estos implantes fueron colocados a las 5-7 semanas en alveolos que previamente habían sido cubiertos con un colgajo palatino de rotación para conseguir un cierre primario. A los 6 meses se observó un relleno óseo medio del 97% y una regeneración completa de las dehiscencias en el 50% de los pacientes.

Un estudio interesante es el realizado por Simon y cols. Estos autores intentaron valorar la cantidad de hueso que se pierde tanto en altura como en anchura tras aplicar la técnica de regeneración ósea guiada. Para ello se colocaron membranas reabsorbibles en combinación con hueso desmineralizado-congelado-deshidratado en 19 alveolos inmediatamente después de la exodoncia. Tras un período de 4 meses se observó una pérdida en anchura y altura del hueso injertado de entre 1 y 1,5 mm. Esta pérdida no fue uniforme, sino que fue mayor en la parte coronal y central del defecto óseo.

Por otra parte, también se han descrito complicaciones asociadas a la utilización de membranas. Schmitz y cols.⁽⁶⁰⁾ describieron el caso de una paciente que presentó una reacción a cuerpo extraño a las 3 semanas de colocarse una membrana Guidor® para aumentar la cresta ósea en un defecto mandibular. Los

autores comentan que esta reacción pudo haber sido causada por la degradación del ácido poliláctico. Este polímero es capaz de recristalizar tras la degradación, por lo que posiblemente prolongue la actividad de los macrófagos, lo que provocaría una reacción de cuerpo extraño. Se concluyó que la utilización de polímeros biodegradables debe realizarse con precaución.

Una de las tendencias actuales es la de utilizar proteínas o factores que induzcan la regeneración ósea. Schwartzmann⁽⁶¹⁾ propone la incorporación de factores de crecimiento en membranas reabsorbibles para que éstos se liberen progresivamente durante el proceso de reabsorción de la membrana.

Kassolis y cols.⁽⁶²⁾ utilizaron hueso congelado deshidratado (FDBA) en combinación con plasma rico en plaquetas en elevaciones de seno maxilar y aumentos de cresta alveolar en 15 pacientes; 29 implantes fueron colocados simultáneamente a la técnica de regeneración ósea, mientras que 7 fueron colocados de 4 a 5 meses después. El hueso se biopsió a los 6 meses tras la primera cirugía y se valoró histológicamente. Se obtuvo un éxito de los implantes del 89% e histológicamente se observaron partículas de FDBA rodeadas de hueso neoformado, con ausencia de inflamación. Los autores concluyeron que la combinación de plasma rico en plaquetas con hueso congelado deshidratado constituye una alternativa para la preparación del lecho implantario, por ejemplo, en elevaciones de seno maxilar o para aumentos de cresta alveolar.

Meraw y cols.⁽⁶³⁾ utilizaron un cemento de fosfato cálcico sin hidroxiapatita y reabsorbible (GFC) combinado con una proteína ósea morfogenética-2 (BMP-2), factor- β de crecimiento transformado (TGF- β), factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), y factor de crecimiento fibroblástico básico (bFGF) en defectos periimplantarios cervicales de 1,5 mm en implantes atornillados colocados en cinco perros, para determinar los efectos de esta combinación de factores de crecimiento en la regeneración ósea guiada alrededor de implantes dentales. Como resultados obtuvieron que había un incremento significativo en el contacto entre hueso e implante y en la cantidad de hueso

por área de superficie en los defectos tratados con GFC en comparación con otros tratamientos y con el grupo control. No obstante, son necesarios más estudios para determinar la efectividad de estas pautas terapéuticas.

La eficacia del hueso mineral de origen bovino (Bio-Oss[®]) ha sido estudiado por Valentini y cols.⁽⁶⁴⁾ como material de injerto para la elevación sinusal. Se llevaron a cabo un total de 20 intervenciones de aumento sinusal (hueso residual < 5mm), y seis meses después se insertaron 57 implantes de 4 x 13 mm o de 4 x 15 mm (Frihex, Friatec[®]) en dichos senos maxilares. Estos implantes fueron cargados progresivamente tras 6 meses de espera. Tras un período medio de carga de 4 años, 56 implantes (98,1%) seguían en funcionamiento. Histológicamente se observó al año que el material había sido reabsorbido en casi su totalidad y que el hueso regenerado había madurado pasando de una estructura entrelazada a otra laminar. En el implante que fue extraído se constató que, únicamente el hueso regenerado quedaba en contacto directo con la superficie del implante. Los autores concluyeron que el Bio-Oss[®] parece ser un buen material osteoconductor que favorece la osteointegración.

6. COMPLICACIONES

En un pequeño porcentaje (10%) de pacientes tratados con implantes pueden aparecer complicaciones que conducen al fracaso del tratamiento. No obstante, pocos han sido los estudios que han tratado sobre los factores que provocan la pérdida progresiva de la osteointegración, circunstancia que ha hecho que esos factores no sean conocidos completamente. Posiblemente es más instructivo investigar los fallos terapéuticos, que evaluar los pacientes donde la rehabilitación con implantes ha sido un éxito, ya que se aprende más de estas situaciones, para prevenirlas en un futuro. Todos los clínicos que tienen un número de casos exitosos, también tendrán algunos casos con unos resultados no ideales. Algunos de estos resultados podrían denominarse complicaciones y otros fallos⁽⁶⁵⁾.

Las complicaciones y los fallos pueden clasificarse como: biológicos *versus* mecánicos, quirúrgicos *versus* protésicos, o por la combinación de muchos factores diferentes.

La principal causa que lleva a una complicación o al fallo del implante, es la falta de un plan de tratamiento apropiado, tanto quirúrgico como protésico. La colocación de implantes sin una clara comprensión del diseño de la prótesis final y de la posición de los dientes es una situación que conduce al fracaso. Igualmente, un completo conocimiento de los factores biomecánicos que pueden influir en cada caso clínico es importante para conseguir el éxito⁽⁶⁵⁾.

La pérdida de altura del hueso periimplantario y el fallo de la osteointegración pueden ser el resultado de un estrés oclusal excesivo y/o una infección bacteriana, aunque también hay que tener presente la posibilidad de que sean consecuencia de la interacción de varios factores. En esta línea cabe destacar la revisión bibliográfica realizada por Baron y cols.⁽⁶⁶⁾ cuyo objetivo fue presentar los diferentes modelos de estudios experimentales de periimplantitis descritos en la literatura, y promover la revisión de los tratamientos actuales.

En cuanto a los modelos de estudios experimentales, en casi todos los trabajos revisados, los implantes fueron colocados en la mandíbula, lo que sugiere que la periimplantitis del maxilar superior ha sido poco estudiada. Mientras que en muchos estudios la periimplantitis fue inducida por medio de la colocación de ligaduras para favorecer el acúmulo de placa, solo en tres trabajos publicados se induce la periimplantitis por medio de sobrecarga mecánica. El meta-análisis realizado por Baron y cols.⁽⁶⁶⁾ reveló que el período de aplicación de la ligadura, y así de la acumulación de placa, generalmente no influyó en la profundidad del defecto óseo resultante. Sin embargo, cuando los implantes eran de tipo cilíndrico cubiertos con hidroxiapatita (HA) hubo diferencias débilmente significativas de la duración de la aplicación de la ligadura en relación con la profundidad del defecto óseo creado, por ello se podría decir, que los implantes roscados mecanizados eran menos susceptibles a que la

ligadura indujera periimplantitis. La mayoría de autores no encuentran diferencias significativas en el desarrollo y en el curso de la periimplantitis dependiendo de la superficie del implante (HA, plasma de titanio).

Numerosos estudios demuestran que las bacterias implicadas en la periimplantitis son la *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, y *Fusobacterium sp*^(66, 67). Hultin y cols.⁽⁶⁸⁾ evaluaron la clínica, y el estado radiográfico y microbiológico, tras diez años de carga funcional, de los implantes tipo Brånemark colocados en pacientes con edentulismo parcial a consecuencia de enfermedad periodontal, y concluyeron que no había diferencias significativas entre las bacterias presentes en los dientes y en los implantes (*Treponema denticola*, *Prevotella intermedia* y *Peptostreptococcus micros*). No obstante encontraron patógenos periodontales como el *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromona gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Bacterioides forsythus* y *Treponema denticola* en aquellos implantes con una pérdida de hueso marginal mayor a 2 mm. La evaluación clínica reveló grados similares de inflamación alrededor de los dientes y de los implantes. La profundidad de sondaje fue significativamente mayor alrededor de los implantes y la media de pérdida de hueso marginal, tras los diez años de carga funcional, fue comparable a la evaluada a los cinco años. La pérdida de hueso marginal excedió de los 2mm en sólo cinco zonas sondadas y el 74% de los implantes permanecían con una pérdida de hueso marginal menor o igual a 1mm tras 5 años de carga funcional.

Otro estudio realizado por Van Winkelhoff y Wolf⁽⁶⁹⁾ muestra la presencia de *Actinobacillus actinomycetemcomitans* en un paciente al que se le realizó una rehabilitación completa con la colocación de 10 implantes en el maxilar superior y 7 implantes mandibulares. El paciente presentaba enfermedad periodontal severa, y por ello se le realizaron las extracciones de los dientes excepto de los dos caninos inferiores para que durante el período anterior a la carga de los implantes inferiores fuera con una prótesis provisional removible. Tras 27 meses de la carga de los implantes se le diagnosticó periimplantitis severa por

Actinobacillus actinomycetemcomitans en los implantes en posición 4.6, 4.5, 3.6 y 3.5. Este caso demuestra la importancia del control de la infección previa a la cirugía implantológica y el hecho de que la presencia de dientes remanentes afectados por periodontitis severa puede ser un factor de riesgo importante para la aparición de periimplantitis.

La ausencia de placa bacteriana y cálculo en la superficie externa de los tornillos de cicatrización o en la región cervical de los pilares e implantes sugiere que hay una buena higiene bucal, sin embargo esto no implica necesariamente que no haya penetración de bacterias en la porción interna del implante, tal y como menciona Orsini y cols.⁽⁷⁰⁾ después de analizar un espécimen anatómico de una paciente de 72 años que falleció a los cinco meses de la colocación de dos implantes mandibulares. Estos autores pudieron observar que existía una discrepancia entre el implante, el pilar y el tornillo de 1 a 5 mm y además este espacio estaba ocupado por bacterias y cálculo, las bacterias también estaban presentes en la porción más apical del hueco interno del implante. De acuerdo con esta observación, debemos recordar que es importante tener en cuenta que los espacios entre todos los componentes del implante pueden actuar como conductores y reservorios para las bacterias.

El tratamiento ideal de la periimplantitis pretende restaurar las condiciones que favorezcan la reosteointegración y para conseguirlo deben eliminarse las causas que produjeron la enfermedad. Se han descrito tratamientos conservadores, restauradores y regenerativos dependiendo del tipo y tamaño del defecto óseo.

Durante la fase inicial de la periimplantitis se debe eliminar la inflamación con una correcta higiene bucal y prescribir simultáneamente antimicrobianos y antiinflamatorios. En el caso de existir una reabsorción ósea avanzada será necesario realizar una intervención quirúrgica para efectuar un tratamiento resectivo y regenerativo. El propósito del tratamiento es descontaminar la superficie del implante, eliminar el tejido de granulación, y nivelar el defecto óseo (tratamiento resectivo), o restaurar el hueso perdido tras la desconta-

minación de la superficie (tratamiento regenerativo). Pocos estudios experimentales han evaluado el resultado de los diferentes tratamientos, y las experiencias clínicas que se han publicado son mayoritariamente a propósito de casos clínicos. Solo dos estudios de los revisados por Baron y cols.⁽⁶⁶⁾ muestran los resultados del tratamiento a largo plazo en un grupo amplio de pacientes.

De acuerdo con la revisión realizada por Baron y cols.⁽⁶⁶⁾ se podría decir que, cuando para tratar una periimplantitis se realiza únicamente la remoción del tejido de granulación y la descontaminación de la superficie, sólo se obtiene como resultado una mínima reducción del defecto óseo, lo cual no justifica el esfuerzo y el coste implicados en el procedimiento quirúrgico. De los tratamientos propuestos en diferentes publicaciones revisadas por Baron y cols.⁽⁶⁶⁾, la combinación de regeneración ósea guiada y relleno del defecto con hueso desmineralizado congelado (DFDB) o HA parecen ser los más efectivos, seguido por un lado por la colocación de membranas no reabsorbibles de ePTFE pero sin rellenar el defecto, y por otro lado el simple relleno del defecto con hueso autógeno o por un sustituto óseo. La conclusión de la revisión es que es necesario realizar más estudios clínicos y experimentales de la periimplantitis basados en un modelo estandarizado.

Es muy importante que la superficie del implante expuesta por el defecto óseo periimplantario sea descontaminada, pero también que sea pulida para evitar la nueva contaminación del implante y la adhesión de las bacterias a su superficie (implantoplastia). En los implantes mecanizados con superficie de plasma de titanio se ha propuesto la retirada de la capa de plasma con la utilización de fresas de diamante o de carburo de tungsteno. En este sentido Rimondini y cols.⁽⁷¹⁾ realizaron un estudio *in vitro* con implantes IMZ® con superficie de plasma de titanio, para evaluar la efectividad de las fresas de diamante y de carburo de tungsteno en el pulido de la superficie. Los autores concluyeron que la remoción más efectiva se obtuvo por medio de fresas de diamante con el grano de tamaño medio entre 30 µm y 15 µm.

Otra línea de investigación muy novedosa es el intento de mejorar el tratamiento de los implantes que han sufrido reabsorción ósea periimplantaria, con la descontaminación de sus superficies aplicando láser de Nd:YAG o láser de CO₂⁽⁷²⁾. Mouhyi y cols.⁽⁷³⁾ realizaron un estudio experimental con ratas para valorar la respuesta de los tejidos blandos a tornillos de cierre descontaminados con ácido cítrico, agua estéril, peróxido de hidrógeno y láser de CO₂ sólo o con una combinación de éstos. Además, los autores incluyeron un grupo control positivo en el que se utilizaron tornillos de cierre descontaminados pero no limpiados y un grupo control negativo en el se incluyeron tornillos de cierre sin usar. Los tornillos de cierre fueron implantados en la pared abdominal de la rata durante seis semanas y midieron por medio de morfometría de microscopía óptica el grosor de la cápsula fibrosa y el número de macrófagos en esa cápsula. Estos autores concluyeron que el láser de CO₂ utilizado solo o en combinación con peróxido de hidrógeno puede ser usado clínicamente para descontaminar la superficie de titanio de los implantes, aunque es importante tener en cuenta que solo valoraron la reacción de cuerpo extraño a estos tornillos ya que no realizaron ningún tipo de estudio microbiológico y además, los tornillos de cierre se colocaron en un medio con unas condiciones totalmente diferentes al de la boca. Por otro lado, es por todos conocido que el láser de CO₂ produce cambios térmicos que pueden dañar a los tejidos irradiados.

Para estudiar el efecto térmico del láser de CO₂, también Mouhyi y cols.⁽⁷⁴⁾ realizaron un estudio *in vitro*, en el que midieron los cambios de temperatura en la superficie del implante cuando se usaba un laser de CO₂ en un protocolo de descontaminación de una superficie implantaria simulada y concluyeron que, el láser de CO₂ cuando se usa en una superficie mojada en forma de impulsos a 8W/10ms/20hz durante 5 segundos, induce unos incrementos de temperatura menores de 3°C. Esto podría minimizar el riesgo de daño tisular inducido térmicamente como resultado de utilizar este tipo de láser en superficies implantarias.

El láser de Nd:YAG también se había recomendado para descontaminar o esterilizar las superficies implantarias, pero este láser es capaz de fundir y alterar las superficies de HA y de plasma de titanio, además de que consigue una reducción del número de bacterias pero sin alcanzar la esterilización completa, debido al diseño y la superficie de los implantes⁽⁷⁵⁾.

En esta línea de estudio, Haas y cols.⁽⁷⁶⁾ colocaron membranas de ePTFE junto con hueso autólogo en defectos periimplantarios de 5.5 mm ± 2 mm tras la descontaminación de la superficie del implante mediante la utilización de una sustancia fotosensible (azul de toluidina durante un minuto), y el láser blando a 906 nm durante un minuto por vestibular y otro minuto por lingual. A los 9 meses obtuvieron una ganancia ósea media (medida radiológicamente) de 2 mm ± 1,9 mm. Los autores concluyeron que la utilización de un tratamiento fotodinámico en combinación con el láser blando, injerto óseo autólogo y colocación de una membrana facilita la restauración de defectos óseos periimplantarios alrededor de implantes con superficie de plasma de titanio y además, correlacionaron el tiempo de exposición de las membranas con la falta de regeneración, por lo que recomiendan el cierre completo del lecho quirúrgico y la retirada inmediata de las membranas una vez estas quedan expuestas.

Otra posible complicación es la recesión gingival alrededor de los implantes, por su importancia e implicación clínica. Small y cols.⁽⁷⁷⁾ realizaron un estudio longitudinal con 63 implantes, en el cual midieron los tejidos blandos que rodeaban a los implantes a la semana, un mes, tres meses, seis meses, nueve meses y un año de la segunda fase quirúrgica. La mayoría de las recesiones ocurrieron dentro de los primeros tres meses y además el 80% de las recesiones aparecieron en la zona vestibular de los implantes. Por todo ello, estos autores recomiendan esperar tres meses para que los tejidos blandos se estabilicen antes de seleccionar el pilar definitivo y tomar la impresión final. Concluyen que como regla general se podría anticipar aproximadamente 1mm de recesión desde la conexión quirúrgica del pilar, pero asumen que la muestra del estudio podría ser pequeña.

Las complicaciones más frecuentes que aparecen después de la inserción de implantes endóseos son el dolor, la tumefacción, la hemorragia postoperatoria y las alteraciones neurológicas, pero una complicación severa es la fractura de la mandíbula edéntula. Es más probable que esta complicación ocurra en mandíbulas muy atroficas. En esta línea, Raghoobar y cols.⁽⁷⁸⁾ han encontrado, al igual que otros autores, que esta complicación severa ocurre en un 0,2% de los casos y que aparece tras la inserción o remoción de implantes en mandíbulas edéntulas y atroficas. Idealmente son necesarios una altura ósea mínima de 7 mm y un grosor mínimo de 6 mm para la inserción de implantes endóseos, pero en mandíbulas muy atroficas pueden realizarse técnicas con injertos óseos para evitar la posibilidad de que se produzca una fractura mandibular. La fuerza mecánica de la mandíbula edéntula y atrofica estará disminuida en las zonas donde coloquemos varios implantes. Los pacientes que se encuentren en esta situación deberán ser muy cautelosos para limitar el exceso de estrés de la mandíbula durante el período de curación. La fractura mandibular causada por estrés se debe prever en aquellos casos donde hay dolor persistente asociado a uno o más implantes, especialmente en pacientes con calidad ósea comprometida como en las mujeres con osteoporosis. Los principios básicos en el tratamiento de la fractura son la reducción e inmovilización de esta para restaurar la forma y la función. Una combinación de aumento óseo y fijación, seguida por la inserción de nuevos implantes en una segunda fase, parece ser un buen tratamiento de estas fracturas mandibulares. Según estos autores si no hay movilidad anormal no es necesario realizar la inmovilización de la mandíbula. Cuando la estabilización e inmovilización de la mandíbula fracturada pueda realizarse correctamente no habrá una indicación específica para remover el implante situado en la línea de fractura. La colocación de implantes en mandíbulas ya comprometidas, hace necesario una cuidadosa evaluación del paciente así como de la técnica quirúrgica, y cuidados postoperatorios muy rigurosos.

Otra posible complicación durante la colocación de

implantes dentales en la mandíbula es la fractura de las fresas y su posible desplazamiento a los tejidos blandos vecinos, como en el caso clínico publicado por Friedrich⁽⁷⁹⁾ de un paciente de 63 años de edad que se le colocaron 3 implantes intermentonarios. Durante la realización del lecho para la colocación del tercer implante se produjo la fractura de la fresa provocando una hemorragia que solucionaron con compresión. Intentaron extraer el fragmento a través del lecho implantario sin éxito, por lo que suturaron la herida y prescribieron antibióticos. A las pocas horas el paciente mostraba una importante tumefacción lingual y en el mentón, así que remitieron el paciente al servicio de urgencias donde, bajo anestesia general, se drenó el hematoma formado y se realizó la extracción del fragmento de la fresa. Durante el postoperatorio se le administraron antibióticos y analgésicos. Los cuerpos extraños deben extraerse inmediatamente, ya que dejarlos o realizar un taponamiento es una solución incierta. Hay que tener en cuenta que la localización de los cuerpos extraños debe hacerse en dos planos.

Cada vez es más frecuente la realización de injertos de hueso autógeno en el seno maxilar para facilitar la colocación de implantes dentales y, aunque numerosos senos maxilares se han injertado con éxito, es conocido que existen algunas complicaciones de este procedimiento, como la sinusitis maxilar, la reabsorción del injerto, la infección, el posible fallo del injerto, la pérdida de los implantes después de la primera fase quirúrgica y la fistula bucoantral. Actualmente, Lohhart y cols.⁽⁸⁰⁾ han publicado un artículo que nos advierte de una excepcional pero posible complicación tras realizar un injerto de hueso en el seno maxilar, que es la formación de un quiste maxilar postoperatorio desarrollado en el injerto. El diagnóstico de quiste maxilar secundario desarrollado en el hueso injertado fue confirmado por el examen histológico, donde se pudo observar la presencia de una membrana formada por mucosa sinusal con un epitelio respiratorio ciliado.

Según algunos autores la posibilidad de perforar la mucosa sinusal durante el procedimiento es del 35%⁽⁷⁴⁾,

36 y las complicaciones postoperatorias e incidencias se publican raramente y ocurren en un 8% de los casos aproximadamente. En el caso publicado por Lohhart y cols.⁽⁸⁰⁾ se observó un pseudoquistes en la tomografía computadorizada que podría deberse a la presencia de un fragmento de mucosa en el hueso injertado. Para la observación de posibles complicaciones tardías es necesario un control riguroso del paciente y una tomografía computadorizada a los seis meses de la intervención quirúrgica.

Otra posible complicación en la colocación de implantes dentales en el maxilar superior es su desplazamiento al interior del seno maxilar. Sobre esta complicación hay pocos casos publicados, Tida y cols.⁽⁸¹⁾ publicaron el caso de un varón de 34 años al que se le reemplazó un segundo molar superior derecho con

un implante. Cinco años más tarde, el paciente notó movilidad del implante y se le realizó una prótesis fija con una extensión en la zona del implante, pero éste se dejó en su posición. Diez años más tarde, una radiografía panorámica realizada en una revisión evidenció la presencia del implante en el suelo del seno maxilar y un año más tarde se observó el desplazamiento del implante al interior del seno maxilar, por lo que fue remitido a un centro especializado, donde le fue extraído el implante que estaba localizado en la pared medial del seno maxilar. La mucosa sinusal se dejó indemne ya que no mostraba infección ni cambios inflamatorios. La penetración de un implante en el seno maxilar puede ocasionar serias complicaciones como sinusitis, fístula bucoantral y desplazamiento del implante hacia otras estructuras anatómicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sykaras N, Iacopino A, Marker V, Triplett G, Woody R. Implant materials, designs and surface topographies: their effect on osseointegration. A literature review. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2000;**15**:675-86.
2. Placko H, Mishra S, Weimer SJ, Lucas L. Surface characterization of titanium-based implant materials. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2000;**15**:355-63.
3. Brunski J, Puleo D, Nancy A. Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:15-43.
4. Gil F. Comportamiento mecánico de implantes dentales de titanio. *Esp Odontostomatol Implant* 2000;**8**:11-9.
5. Cordioli G, Majzoub Z, Piattelli A, Scarano A. Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2000;**15**:668-74.
6. Strnad Z, Strnad J, Povysil C, Urban K. Effect of plasma-sprayed hydroxyapatite coating on the osteoconductivity of commercially pure titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:483-90.
7. Lee J, Rouhfar L, Beirne R. Survival of hidroxyapatite-coated implants: a meta-analytic review. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:1372-9.
8. Proussaefs P, Tatakis D, Lozada J, Caplanis N, Rohrer M. Histologic evaluation of hidroxyapatite-coated root-form implants retrieved after 7 years in function: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:438-43.
9. Suzuki R, Frangos J. Inhibition of inflammatory species by titanium surfaces. *Clin Ortho Rel Res* 2000;**372**:280-9.
10. Abu-Hammad O, Harrison A, Williams D. The effect of a Hydroxyapatite-reinforced polyethylene stress distributor in a dental implant on compressive stress levels in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:559-64.
11. Wennerberg A, Albrektsson T. Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:331-44.
12. Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH et al. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;**14**:853-8.
13. Vilaplana-Gómez JA, Méndez-Trujillo S, Ortega-López JJ, Vilaplana-Vivo J. Técnica de los osteotomos en implantología. *Avances* 2000;**12**:43-8.
14. Vilaplana-Gómez JA, Méndez-Trujillo S, Ortega-López JJ, Vilaplana-Vivo J. Técnica de Summers para la solución de las agenesias en adolescentes. *Odontología Pediátrica* 2000;**8**:37-41.
15. Schwartz-Arad D, Dolev E. The challenge of endosseous implants placed in the posterior partially edentulous maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:261-4.
16. Kremanov L. Placement of posterior mandibular and maxillary implants in patients with severe bone deficiency: a clinical report of procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:722-30.
17. Kremanov L, Kahn M, Rangert B, Lindström H. Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:405-14.
18. Stellingma C, Meijer HJA, Raghoobar GM. Use of short endosseous implants and an overdenture in the extremely resorbed mandible: a five-year retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:382-7.
19. Stoelinga PJ, Slagter AP, Brouns JJA. Rehabilitation of patients with severe (class VI9) maxillary resorption using Le Fort I oste-

- otomy, interposed bone grafts and endosteal implants: 1-8 years follow-up on a two-stage procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;**29**:188-93.
20. Wannfors K, Johansson B, Hallman M, Strandkvist T. A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:625-32.
21. Gaggl A, Schultes G, Kärcher H. Vertical ridge distraction with prosthetic treatable distractors: a clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:701-10.
22. Watzek G, Zechner W, Crismani A, Zauza K. A distraction abutment system for 3-dimensional distraction osteogenesis of the alveolar process: technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:731-7.
23. Chiapasco M, Brusati R, Galieto S. Distraction osteogenesis of a fibular revascularized flap for improvement of oral implant positioning in a tumor patient: a case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:1434-40.
24. Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:95-102.
25. Nosaka Y, Tsunokuma M, Hayashi H, Kakudo K. Placement of implants in distraction osteogenesis: a pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:185-92.
26. Cope JB, Samchukov ML. Regenerate bone formation and remodeling during mandibular osteodistraction. *Angle Orthod* 2000;**70**:99-111.
27. Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Impl Res* 2000;**11**:12-25.
28. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: a series of 27 case reports. *J Periodontol* 2000;**71**:833-9.
29. Gatti C, Haefliger W, Chiapasco M. Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a prospective study of ITI implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:383-8.
30. Gatti C, Haefliger W, Chiapasco M. Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a prospective study of ITI implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:383-8.
31. Lozada JL, Tsukamoto N, Farnos A, Kan J, Rungcharassaeng K. Scientific rationale for the surgical and prosthodontic protocol for immediately loaded root form implants in the completely edentulous patient. *J Oral Implantol* 2000;**26**:51-8.
32. Horiuchi K, Uchida H, Yamamoto K, Sugimura M. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:824-30.
33. Rungcharassaeng K, Kan JYK. Immediately loaded mandibular implant bar overdenture: a surgical and prosthodontic rationale. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;**20**:71-9.
34. Fuentes-Quintana LF. Carga inmediata de los implantes dentales. *Rev Esp Odontostomatológica de Implantes* 2000;**8**:26-31.
35. Kinsel R, Lamb RE. Development of gingival esthetics in the edentulous patient with immediately fixed prostheses: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:711-21.
36. Ericsson I, Nilson H, Lindh T, Nilner K, Randow K. Immediate functional loading of Branemark single tooth implants. *Clin Oral Impl Res* 2000;**11**:26-33.
37. Schwartz-Arat D, Grossman Y, Chaushu G. The clinical effectiveness of implants placed immediately into fresh extraction sites of molar teeth. *J Periodontol* 2000;**71**:839-44.
38. Schwartz-Arat D, Gulayev N, Chaushu G. Immediate versus non-immediate implantation for full-arch fixed reconstruction following extraction of all residual teeth: a retrospective comparative study. *J Periodontol* 2000;**71**:923-8.
39. Heydenrick K, Raghoobar GM, Batenburg R, Stegenga B. A comparison of labial and crestal incisions for the 1-stage placement of IMZ implants: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:1119-23.
40. Tarnow DP. Discussion [A comparison of labial and crestal incisions for the 1-stage placement of IMZ implants: a pilot study]. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:1124.
41. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;**71**:546-9.
42. Becker CM, Kaiser DA, Jones JD. Guidelines for determining implant placement in the partially edentulous patient. *Dental Abstracts* 2000;**45**:61.
43. Tyndall DA, Brooks SL, Arbor A. Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;**89**:630-7.
44. Khan O, Archibald A, Thomson E, Maharaj P. The role of quantitative single photon emission computerized tomography (SPECT) in the osseous integration process of dental implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Maxillofac Radiol* 2000;**90**:228-32.
45. Abrahams JJ. Augmentation procedures of the jaw in patients with inadequate bone for dental implants: radiographic appearance. *J Comput Assist Tomogr* 2000;**24**:152-8.
46. Pilling E, Päßler L. Planificación implantológica computarizada con el tomógrafo COMMCAT. *Quintessence (ed esp)* 2000;**13**:276-8.
47. Bianchi J, Goggins W, Rudolph M. In vivo, thyroid and lens surface exposure with spiral and conventional computed tomography in dental implant radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;**90**:249-53.
48. Çehreli MC, Aslan Y, Sahin S. Bilaminar dual-purpose stent for placement of dental implants. *J Prosthet Dent* 2000;**84**:55-8.
49. Sicilia A, Enrile FJ, Buitrago P, Zubizarreta J. Evaluation of the precision obtained with a fixed surgical template in the placement of implants for rehabilitation of the completely edentulous maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:272-7.
50. Bennani V, Serre D. Radiographic stent for a quick and precise bone height analysis. *J Prosthet Dent* 2000;**83**:480-1.
51. Boscosic MM, Castelnuovo J, Brudvik JS. Plantilla quirúrgica para pacientes completamente edéntulos. *Revista Internacional de Odontología Restauradora y Periodoncia* 2000;**4**:191-7.
52. Ohnishi H, Fujii N, Futami T, Taguchi N, Kusakari, Maeda T. A histochemical investigation of the bone formation process by guided bone regeneration in rat jaws. Effect of PTFE membra-

- ne application periods on newly formed bone. *J Periodontol* 2000;**71**:341-52.
53. Fritz ME, Jeffcoat MK, Reddy M, Koth D, Braswell LD, Malmquist J, et al. Guided bone regeneration of large mandibular defects in a primate model. *J Periodontol* 2000;**71**:1484-91.
54. Schliephake H, Dard M, Planck H, Hierlemann H, Stern U. Alveolar ridge repair using resorbable membranes and autogenous bone particles with simultaneous placement of implants: an experimental pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000; **15**:364-73.
55. Marouf HA, El-Guindi HM. Efficacy of high-density versus semi-permeable PTFE membranes in an elderly experimental model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;**89**:164-70.
56. Haas R, Baron M, Dörtbudak O, Watzek G. Lethal photosensitization, autogenous bone, and ePTFE membrane for the treatment of periimplantitis: preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:374-82.
57. Mattout P, Mattout C. Conditions for success in guided bone regeneration: retrospective study on 376 implant sites. *J Periodontol* 2000;**71**:1904-9.
58. Nemcovsky CE, Artzi Z, Moses O, Gelernter I. Healing of dehiscence defects at delayed-immediate implant sites primarily closed by a rotated palatal flap following extraction. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:550-8.
59. Simon BI, Von Hagen S, Deasy MJ, Faldu M, Resnansky D. Changes in alveolar bone height and width following ridge augmentation using bone graft and membranes. *J Periodontol* 2000; **71**:1774-91.
60. Schmitz JP, Lemke RR, Zardeneta G, Hollinger JO, Milam SB. Isolation of particulate degradation debris 1 year after implantation of a Guidor, membrane for guided bone regeneration: case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;**58**:888-93.
61. Schwartzmann M. Use of collagen membranes for guided bone regeneration: a review. *Implant Dent* 2000;**9**:63-6.
62. Kassolis JD, Rosen PS, Reynolds MA. Alveolar ridge and sinus augmentation utilizing platelet-rich plasma in combination with freeze-dried bone allograft: case series. *J Periodontol* 2000;**71**:1654-61.
63. Meraw SJ, Reeve CM, Lohse CM, Sioussat TM. Treatment of peri-implant defects with combination growth factor cement. *J Periodontol* 2000;**71**:8-13.
64. Valentini P, Abensur D, Wenz B, Peetz M, Schenck R. Sinus graft with porous bone mineral (BioOss) for implant placement; a 5-year study on 15 patients. *Int J Periodont Rest Dent* 2000;**20**: 245-53.
65. Balshi T. Commentary and Analysis. *Implant Dentistry* 2000;**9**: 18-9.
66. Baron M, Haas R, Dörtbudak O, Watzek G. Experimentally Induced peri-implantitis: a review of different treatment methods described in the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**: 533-44.
67. Quinteros M, Delgado E, Sánchez MA, Berini L, Gay-Escoda C. Estudio microbiológico de la periimplantitis: presentación de 9 casos clínicos. *Av Periodon Implantol* 2000;**12**:137-50.
68. Hultin M, Gustafsson A, Klinge B. Long-term evaluation of osseointegrated dental implants in the treatment of partly edentulous patients. *J Clin Periodontol* 2000;**27**:128-33.
69. Van Winkelhoff AJ, Wolf JWA. Actinobacillus actinomycetem-comitans-associated peri-implantitis in an edentulous patient. A case report. *J Clin Periodontol* 2000;**27**:531-5.
70. Orsini G, Fanali S, Scarano A, Petrone G, Silvestro S Piattelli A. Tissue reactions, fluids, and bacterial infiltration in implants retrieved at autopsy: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:283-6.
71. Rimondini L, Cicognani SF, Carrassi A. Micro-morphometric assessment of titanium plasma-sprayed coating removal using burs for the treatment of peri-implant disease. *Clin Oral Impl Res* 2000; **11**:129-38.
72. Kato T, Kusakari H, Hoshino E. Bactericidal efficacy of carbon dioxide laser against bacteria-contaminated titanium implant and subsequent cellular adhesion to irradiated area. *Lasers Surg Med* 1998;**23**:299-309.
73. Mouhyi J, Sennerby L, Van Reck J. The soft tissue response to contaminated and cleaned titanium surfaces using CO2 laser, citric acid and hydrogen peroxide. An experimental study in the rat abdominal wall. *Clin Oral Impl Res* 2000;**11**:93-8.
74. Mouhyi J, Sennerby L, Nammour S, Guillaume P, Van Reck J. Temperature increases during surface decontamination of titanium implants using CO2 laser. *Clin Oral Impl Res* 1999;**10**:54-61.
75. Block C, Mayo J, Evans G. Effects of the Nd:YAG dental laser on plasma-sprayed and hydroxyapatite-coated titanium dental implants: surface alteration and attempted sterilization. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;**7**:441-9.
76. Haas R, Baron M, Dörtbudak O, Watzek G. Lethal photosensitization, autogenous bone, and ePTFE membrane for the treatment of periimplantitis: preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:374-82.
77. Small PN, Tarnow DP. Gingival recession around implants: a 1 year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;**71**:8-13.
78. Raghoobar GM, Stellingsma K, Bartenburg RHK, Vissink A. Etiology and management of mandibular fractures associated with endosteal implants in the atrophic mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 2000;**89**:553-9.
79. Friedrich RE. Complicaciones debidas a la eliminación retardada de un fragmento partido de una fresa espiral y alojado en la zona submentoniana. *Quientessence (ed esp)* 2000;**13**:505-11.
80. Lohhart R, Ceccaldi J, Bertrand JC. Prospective maxillary cyst following sinus bone graft: report of a case. *Int Oral Maxillofac Implants* 2000;**15**:583-6.
81. Iida S, Tanaka N, Kogo M, Matsuya T. Migration of a dental implant into the maxillary sinus. A case report. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;**29**:358-9.