

M.A. Sánchez Garcés<sup>1</sup>  
N. Almendros Marqués<sup>2</sup>  
F. García Ortiz<sup>2</sup>  
N. Larrea Oyarbide<sup>2</sup>  
V. Revilla Gutiérrez<sup>2</sup>  
C. Gay Escoda<sup>3</sup>

## Actualización en Implantología Bucofacial. Revisión de la literatura del año 2004. 1º Parte

1 Profesora asociada de Cirugía Bucal.  
Profesora del Máster de Cirugía Bucal  
e Implantología Bucofacial.

2 Licenciado en Odontología.  
Residente del Máster de Cirugía e  
Implantología Bucal.

3 Catedrático de Patología Quirúrgica  
Bucal y Maxilofacial. Director del  
Máster de Cirugía Bucal e Implantología  
Bucofacial. Facultad de Odontología de  
la Universidad de Barcelona.  
Servicio de Cirugía Bucal, Implantología  
Bucofacial y Cirugía Maxilofacial del  
Centro Médico Teknon. Barcelona.

### Correspondencia:

Dr. Cosme Gay Escoda.  
Centro Médico Teknon.  
C/ Vilana 12  
08022 Barcelona  
e-mail: cgay@ub.edu

### RESUMEN

Los autores revisan los artículos publicados en las revistas científicas más relevantes en el ámbito de la Implantología Bucofacial publicados durante el año 2004, destacando las novedades más significativas en cuanto a planificación implantológica, diagnóstico, pacientes especiales, regeneración ósea y factores de crecimiento.

### PALABRAS CLAVE

Implantes dentales; Diagnóstico; Regeneración ósea guiada; Factores de crecimiento.

### ABSTRACT

*The authors reviewed the articles published in the most relevant scientific journals in the area of orofacial implantology during the year 2004, emphasizing the most significant innovations involving implant planning, diagnostic, special patients, GTR and growth factors.*

### KEY WORDS

*Dental implants; Surgical techniques; Diagnostic; Guided tissue regeneration.*

## 490 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Implantología Bucofacial constituye una disciplina odontológica de creciente relevancia que genera numerosas publicaciones a las que es difícil acceder de manera cotidiana. En este sentido, resulta interesante la realización de un artículo de revisión que incorpore las novedades más significativas en relación al tratamiento rehabilitador con implantes y que permita al lector actualizarse de forma rápida así como incorporar dichos conocimientos a la práctica clínica.

### TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS. RADIOLOGÍA.

La calidad y la facilidad de obtención de las radiografías tanto intrabucales como extrabucales hacen de la Radiología la técnica diagnóstica de elección en la planificación y seguimiento de los pacientes sometidos a tratamiento rehabilitador con implantes.

Una de las aplicaciones más valiosas de la Radiología en Implantología es el seguimiento gráfico del nivel de hueso periimplantario. Sin embargo, en la literatura la exactitud de estas medidas ha sido motivo de controversia. Deppe y cols.<sup>(1)</sup> realizan un estudio para valorar la fiabilidad de dichas mediciones colocando 60 implantes de superficie tratada en 6 mandíbulas de perros Beagle. Intraoperatoriamente y a los 4 meses de la cirugía efectuaron una radiografía periapical convencional y otra digital, el sondaje con presión forzada y posteriormente la histometría de la pieza con el fin de determinar el nivel óseo periimplantario. Los autores concluyen que la utilización exclusiva de la radiografía no es suficiente para poder valorar este parámetro con exactitud.

Choi y cols.<sup>(2)</sup> estudian los factores que pueden influir en la magnificación radiográfica del diámetro y longitud de los implantes. Para ello evalúan mediante una radiografía panorámica a 80 pacientes a los se les habían colocado un total de 210 implantes. Concluyen que la magnificación radiográfica de la longitud del implante está influenciada por su loca-

lización anatómica (maxilar superior, zona posterior) y observan que la alteración radiográfica del diámetro del implante es un 5% más frecuente en mujeres que en hombres.

Zechner y cols.<sup>(3)</sup> publican un estudio en el que comparan la radiografía panorámica y la radiografía periapical como métodos para diagnosticar la pérdida ósea periimplantaria. A pesar de que este estudio no demuestra cuál es la mejor técnica diagnóstica, sí evidencia que en los pacientes edéntulos totales con atrofia mandibular severa las radiografías periapicales carecen de fiabilidad para estudiar los implantes situados a nivel intermentoniano, debido a la dificultad de posicionamiento de las placas radiográficas.

Fortín y cols.<sup>(4)</sup> presentan un protocolo denominado CADImplant. Se trata de un sistema de navegación por ordenador que permite planificar la colocación de los implantes en la posición más favorable. Según los autores estos sistemas reducen la necesidad de utilizar técnicas quirúrgicas invasivas proporcionando un estudio preoperatorio correcto y predecible. Aplican este protocolo a 30 pacientes edéntulos sometidos a la colocación de un total de 101 implantes obteniendo una concordancia del 98% entre los implantes planificados preoperatoriamente y los utilizados intraoperatoriamente respecto al diámetro y longitud de los mismos, así como un 95% de concordancia entre las complicaciones anatómicas previstas con la tomografía computarizada (TC) y las realmente acontecidas. Subrayan que la desventaja de este sistema es su elevado coste y la obligatoriedad de efectuar una TC durante la planificación.

Se continúan publicando artículos relativos a los diferentes diseños existentes para la confección de guías quirúrgicas. Tsuchida y cols.<sup>(5)</sup> cuestionan la utilidad de las férulas quirúrgicas y describen una técnica para la elaboración de férulas de diagnóstico con material radioopaco de silicona que posteriormente podrán ser utilizadas como férulas quirúrgicas.

Sabemos que las radiografías periapicales tienen una resolución de 0,1 mm a nivel óseo. Sin embar-

go, la precisión de esta técnica está en función de la incidencia del rayo sobre la placa y el eje del implante, ya que pueden darse variaciones de hasta 20 grados entre dos radiografías periapicales. Naffah y Chidiac<sup>(6)</sup> describen la existencia de un dispositivo radiográfico para solventar estas limitaciones en los implantes del sistema Brånemark.

En la literatura se observa una marcada tendencia a comparar las distintas pruebas diagnósticas utilizadas en Implantología. Un estudio publicado por Bambini y cols.<sup>(7)</sup> evalúa la actividad osteoblástica periimplantaria en 2 pacientes portadores de una prótesis de carga inmediata utilizando la Tomografía Computadorizada por emisión de fotón único (SPECT). Efectúan las mediciones a los 30 y 90 días posteriores a la colocación de los implantes. El estudio reveló un importante aumento de la actividad osteoblástica durante el primer mes, a partir del cual fue disminuyendo paulatinamente. Los autores concluyen que a pesar de tratarse de una muestra limitada, los resultados obtenidos sugieren que la Medicina Nuclear puede aportar ventajas para el estudio de la actividad osteoblástica periimplantaria.

Las mejores tecnológicas en los sistemas de diagnóstico radiológico han suscitado la aparición de artículos que describen las novedades aportadas por la industria, ensayadas por clínicos e investigadores básicos. Es sabido que la Tomografía Computadorizada (TC) ofrece una información más amplia que la radiografía panorámica en el estudio y en la planificación implantológicos. Sin embargo, la TC expone al paciente a dosis mayores de radiación que la radiografía convencional. Para obviar este problema se ha desarrollado recientemente la TC «Cone-Beam» (LCBCT), que permite la obtención de imágenes de alta resolución sin dosis altas de radiación. Kobayashi y cols.<sup>(8)</sup> registran la exactitud de medición del LCBCT y la comparan con la de la TC y con los cortes óseos en un espécimen. Para ello utilizan 5 mandíbulas de cadáveres a las que realizan una perforación de 2 mm de diámetro como punto de referencia con el fin de situar las imágenes y efectuar los cortes con precisión. Obtienen mejores resultados

con la LCBCT que con la TC y afirman que este nuevo sistema es una herramienta útil para el estudio preoperatorio en Cirugía Bucal debido a que las imágenes obtenidas se centran en un área reducida, permitiendo una alta resolución y un menor tiempo de exposición del paciente a la radiación.

Otra novedad es la micro-TC. Se trata de un método no invasivo con el cual se obtienen unas imágenes para efectuar la morfometría cuantitativa de la estructura ósea en tres dimensiones. Naitoh y cols.<sup>(9)</sup> comparan la efectividad que tienen la micro-TC y la LCBCT en el estudio de las dimensiones de los maxilares y lo comparan a su vez con el estudio histológico de muestras de hueso. Así, utilizan tres hemimandíbulas humanas y un programa informático para cuantificar el hueso trabecular con las tres técnicas. Los resultados obtenidos indican que la micro-TC presenta una gran resolución que le permitiría reemplazar a los cortes histológicos, y que la LCBCT puede emplearse para el diagnóstico por la imagen en el tratamiento implantológico.

También se han publicado otros artículos<sup>(10-12)</sup> en los que se compara la efectividad de la micro-TC y de la TC. Los autores destacan que la micro-TC es un sistema indicado para valorar la calidad y la cantidad del hueso en el que se pretende instalar un implante.

## PLANIFICACIÓN

La colocación de implantes dentales osteointegrados como método de anclaje de las rehabilitaciones prostodóncicas es hoy en día una alternativa a las técnicas protésicas convencionales (no quirúrgicas) e incluso, en algunos casos, la única opción terapéutica válida para el restablecimiento de las funciones masticatoria, fonética y estética de los pacientes. En este sentido, es de suma importancia efectuar una correcta planificación del tratamiento implantológico, analizando en cada caso la causa y el tipo de edentulismo, el estado del hueso receptor, el tipo de prótesis que se confeccionará, así como las expec-

492 tativas y la situación socioeconómica del paciente.

Se dividen todos los trabajos publicados revisados en relación a la planificación implantológica en tres grupos según el tipo de edentulismo (unitario, parcial o total).

### **Edentulismo unitario**

Una correcta anamnesis y una detallada exploración física unidas a la realización de las pruebas complementarias adecuadas son elementos indispensables para determinar la causa de la pérdida de un diente y planificar un tratamiento rehabilitador. El principal motivo de pérdida dentaria en la región anterior de los maxilares es el antecedente traumático. Schwartz-Arad y cols.<sup>(13)</sup> establecen el pico de edad de estas lesiones entre los nueve y los diez años y en estos casos, es necesario un periodo de espera de 8 a 10 años previo a la colocación de un implante unitario, ya que el paciente debe completar su crecimiento óseo para poder someterse a dicho tratamiento con resultados predecibles. Los mismos autores<sup>(13)</sup> establecen que el 40-60% de la reabsorción ósea que se produce tras la pérdida de un diente sucede durante el primer año y proponen una serie de tratamientos con el fin de conservar las estructuras óseas relacionadas con los dientes traumatizados y/o avulsionados mientras concluye el periodo de crecimiento del paciente. Entre estos, los más aconsejados por los autores son la extrusión ortodóncica del fragmento apical del diente fracturado y la rehabilitación protésica provisional, el trasplante dentario autólogo del primer premolar mandibular a la zona edéntula, el reimplante intencionado, consistente en la extracción de un diente que ha sufrido anquilosis postraumática para rellenar el alvéolo con Emdogain® (proteínas de la matriz del esmalte) y realizar el reimplante inmediato, y la coronación, consistente en la odontosección de la corona de un diente anquilosado y la perforación del conducto radicular hasta el ápice, suturando los tejidos blandos por encima de la raíz. De este modo, se consigue la entrada de sangre a lo largo del conduc-

to dentario y la reabsorción por sustitución del fragmento radicular sin pérdida de tejido óseo.

Según Rábago y Sanz<sup>(14)</sup>, si la ausencia dentaria es consecuencia de una agenesia, el tratamiento precisará un enfoque multidisciplinario. En su trabajo se proponen diferentes terapias en caso de agenesias unitarias. En este sentido, afirman que el tratamiento de elección es la colocación de un implante osteointegrado siempre y cuando el paciente haya finalizado el crecimiento. De no ser así, proponen como posibilidades terapéuticas el cierre ortodóncico del espacio o el mantenimiento de éste mediante ortodoncia o la colocación de un puente de Maryland a la espera de concluir el crecimiento.

Una vez decidida la colocación de un implante unitario, Windhorn<sup>(15)</sup> insiste en la importancia del uso de una férula quirúrgica para guiar la correcta ubicación del implante. Para ello, propone la confección de la férula sobre modelos de yeso utilizando resinas fotopolimerizables con el fin de estabilizar la posición de la fresa piloto.

### **Edentulismo parcial**

Es innegable que si el edentulismo múltiple se localiza en la región anterior, uno de los aspectos del tratamiento que más preocupa al odontólogo es la estética. La naturaleza festoneada del complejo dentogingival es un elemento esencial a respetar y reproducir en la prótesis dental. De este modo, Gallucci y Bernard<sup>(16)</sup> establecen la importancia de la anchura biológica y la línea amelocementaria como elementos a respetar y reproducir en el tratamiento implantológico. Para ello realizan el estudio de las características de la línea amelocementaria de 137 dientes extraídos (46 incisivos laterales, 45 incisivos centrales y 46 caninos). Tras el análisis de sus resultados consideran las características del implante ideal en caso de rehabilitación dental anterosuperior. Éste debería tener el hombro en forma de V invertida en las caras interproximales y de U en las caras vestibular y palatina. Las caras en forma de U presentarían una curva más cerrada a nivel de los caninos y

se iría aplanando progresivamente a medida que el implante se acercase a la línea media de la arcada. Afirman que en la actualidad un implante de dos partes colocado en una sola fase con un pilar estético festoneado individual insertado en el momento de la cirugía sería la única forma de mantener la arquitectura natural de los tejidos de soporte. En el peor de los casos, la recesión de la mucosa comprometería de forma definitiva el resultado estético y para solucionar este problema proponen que el implante o los pilares intermedios tengan una porción transmucosa del color del diente.

Respecto al edentulismo en sectores posteriores, han sido varias las propuestas publicadas en el último año. Yokoyama y cols.<sup>(17)</sup> hacen un estudio de simulación informática a fin de establecer la distribución de las tensiones óseas en los puentes de tres coronas sobre dos implantes en sectores posteriores mandibulares. La posición del orificio mentoniano condiciona en muchas ocasiones la posición del implante mesial obligando al odontólogo a confeccionar una prótesis con cantilever anterior, lo que compromete la osteointegración del implante mesial por sobrecarga en la zona del cuello. Los autores establecen que el cantilever anterior es bien tolerado por el tejido óseo cuando el implante mesial está situado en un rango de distancia de entre 3 y 7 mm respecto al último diente natural presente en la hemiarcada<sup>(17)</sup>.

Un trabajo similar de simulación informática fue efectuado por Himmlová y cols.<sup>(18)</sup> con el fin de determinar la influencia de la longitud y el diámetro de los implantes en la distribución de la tensión cervical responsable de la pérdida ósea vertical por causa biomecánica en este tipo de rehabilitaciones. Los resultados de su estudio establecen que el diámetro del implante es claramente determinante en la distribución de la carga obteniendo una reducción del 60% de la tensión soportada por el hueso en la zona cervical cuando se incrementa el diámetro de los implantes de 3,6 mm a 6,5 mm. En cambio, la variación de la longitud no ofrece los mismos resultados, pues se producía una disminución de la ten-

sión de tan sólo un 7,3% cuando se aumentaba la longitud del implante de 8 mm a 17 mm.

En referencia a la alineación de los implantes para la rehabilitación de sectores posteriores edéntulos, Itoh y cols.<sup>(19)</sup> hacen un estudio sobre modelos fotoelásticos a tamaño real para comparar la distribución de la carga cuando 3 implantes son colocados en línea recta o según el concepto de tripodización (los implantes mesial y distal alineados y el implante medial lingualizado 1,5 mm). Tras aplicar cargas funcionales similares a la mayor fuerza de mordida que actúa en la región posterior observaron que ninguno de los dos modelos proporcionó mejores condiciones de tensión sobre la estructura de soporte.

Una de las dificultades que con mayor frecuencia se presenta durante la colocación de implantes en sectores posteriores es la escasez de altura ósea debida a la reabsorción producida tras la pérdida dentaria. Las complicaciones inherentes a la lesión de las estructuras anatómicas relacionadas con estas áreas (seno maxilar y paquete vasculo-nervioso dentario inferior) exigen al odontólogo una especial atención durante la planificación del tratamiento de estos pacientes. Griffin y Cheung<sup>(20)</sup> evalúan la tasa de éxito de los implantes cortos y anchos cubiertos de hidroxiapatita como opción terapéutica en estos casos. Tras evaluar la supervivencia de 168 implantes cubiertos de hidroxiapatita de 6mm de diámetro y 8mm de longitud durante 68 meses de carga funcional observaron una tasa de éxito del 100% tanto para los implantes mandibulares como para los colocados en el maxilar superior.

Del mismo modo, Tawil y Younan<sup>(21)</sup> respaldan el uso de los implantes cortos para estas rehabilitaciones. En su artículo presentan una tasa de fracaso del 4,5% en 269 implantes Brånemark System® mecanizados con una longitud máxima de 10 mm durante un periodo de tiempo de 92 meses. Los autores<sup>(21)</sup> afirman que este resultado es mejor comparado con el obtenido con implantes de diferente diseño, superficie y longitud.

Mordenfel y cols.<sup>(22)</sup> confirman también el éxito de las rehabilitaciones posteriores con implantes

494 anchos tras revisar 78 implantes MkII WP (5 mm de diámetro) de longitudes entre 7 y 13 mm (50 implantes menores de 10 mm), en los que la tasa de supervivencia fue del 89,8%. Asocian el fracaso de 8 de los implantes a una deficiente calidad ósea y a la carga protésica excesiva.

En algunas ocasiones el paciente puede presentar una combinación de edentulismo anterior y posterior. Lizzi y Martinet<sup>(23)</sup> publican un caso de agenesia múltiple en el que consiguen una correcta rehabilitación combinando un tratamiento ortodóncico e implantológico. En estos casos es imperativo un estudio radiográfico exhaustivo y un análisis de los modelos de yeso que incluya un set-up y un encerado diagnóstico minucioso.

### Edentulismo total

Frecuentemente los pacientes con edentulismo total representan un reto para el profesional. En la anamnesis suele detectarse que se trata de individuos portadores de prótesis completas convencionales de largo tiempo de uso, lo que generalmente conlleva una reabsorción ósea severa. Este hecho dificulta en gran medida la rehabilitación implantológica.

Stellingsma y cols.<sup>(24)</sup> proponen tres estrategias terapéuticas para estos casos de reabsorción ósea mandibular severa. Seleccionaron 60 pacientes edéntulos durante al menos 2 años, portadores de una o varias prótesis completas convencionales. Establecieron una altura ósea en la sínfisis mandibular de entre 6 y 12 mm como criterio de inclusión en su estudio. A 20 pacientes se les colocó un implante transmandibular por vía extrabucal bajo anestesia general, consistente en una base, 4 postes y 5 tornillos corticales siendo todos los materiales de una aleación de oro. La prótesis se colocó 3 meses después. A otro grupo de 20 pacientes se les realizó un injerto «inlay» de cresta ilíaca bajo anestesia general que se fijó con tornillos de osteosíntesis. A los 3 meses se colocaron 4 implantes y 3 meses más tarde se inició la rehabilitación protésica sobre los mismos. A

los 20 pacientes restantes se les colocaron 4 implantes de 11 mm en la región intermentoniana bajo anestesia local y a los 3 meses la rehabilitación protésica. Este último grupo fue el único que no obtuvo ningún fracaso. Aunque la tasa de éxito en los otros dos grupos también fue elevada, la estrecha relación existente entre la morbilidad de la técnica y la supervivencia de los implantes no resulta favorable. La colocación de 4 implantes intermentonianos con anestesia local en la consulta dental es la preferida por los autores por su predictibilidad, sencillez y seguridad<sup>(24)</sup>.

Por el contrario, algunos pacientes sufren reabsorciones severas en sentido vestibulo-lingual/palantino. En estos casos, es frecuente la fenestración o dehiscencia de los implantes a través de las corticales durante su instalación. Zinsli y cols.<sup>(25)</sup> proponen en estos casos el uso de implantes de diámetro reducido (3,3 mm) presentando una tasa de éxito de 98,7% a los 5 años. En su estudio analizan la supervivencia de 298 implantes de 3,3 mm de ancho y longitudes de 8, 10 o 12. Afirman que la utilización de este tipo de implantes ofrece resultados similares a los obtenidos con implantes más anchos de la misma marca y reduce la necesidad de efectuar técnicas de aumento de la anchura ósea.

Una situación particular es la de aquellos pacientes portadores de prótesis completa superior y con extremos libres edéntulos inferiores, que utilizan una prótesis parcial removible inferior. En ellos es frecuente encontrar una reabsorción severa posteroinferior y anterosuperior así como la hipertrofia de las tuberosidades del maxilar superior (síndrome combinado de Kelly). En estos casos Cabianca<sup>(26)</sup> propone como tratamiento de elección la extracción de los dientes anteroinferiores y la rehabilitación implantológica inferior. Al efectuar la rehabilitación inferior mediante implantes se confecciona también una prótesis completa mucosoportada superior nueva. Por otro lado, afirma que en pacientes con extremos edéntulos inferiores la colocación de prótesis implantosoportadas disminuye el riesgo de aparición del Síndrome sin la necesidad de realizar una prótesis

completa implantosoportada superior. Por ello, afirma que la prótesis completa superior convencional y la rehabilitación implantosoportada inferior es el tratamiento de elección en los pacientes con capacidad económica limitada que sólo conservan los dientes anteroinferiores en la boca.

En algunas ocasiones ante rehabilitaciones implantológicas completas superiores el odontólogo puede dudar entre la prótesis fija céramo-metálica implantosoportada y la sobredentadura implantosoportada. En estos casos, los factores que determinan el tipo de prótesis a realizar son: la línea de la sonrisa y la posibilidad de colapso de los tejidos blandos labiales. Si el paciente acude a la consulta con una prótesis completa convencional confeccionada previamente, Domínguez y cols.<sup>(27)</sup> proponen una técnica para facilitar la decisión protésica. Hacen un duplicado de la prótesis superior con resina acrílica autopolimerizable, recortan toda su superficie vestibular por encima del borde gingival y colorean la zona de las papilas con un marcador indeleble negro para simular las antiestéticas troneras que podrían apreciarse en una prótesis fija céramo-metálica. Colocan el duplicado en la boca del paciente y analizan el soporte labial y la línea de la sonrisa pudiendo incluso llegar a un acuerdo con el paciente respecto al tipo de prótesis a efectuar en función de los resultados estéticos.

#### **MINI-IMPLANTES EN PRÓTESIS Y ORTODONCIA.**

El uso de implantes dentales como elemento de anclaje en los tratamientos ortodóncicos ha sido estudiado en los últimos años. No obstante, los implantes dentales convencionales presentan ciertas limitaciones debido a su tamaño. Por ello, recientemente se han diseñado implantes de dimensiones suficientemente reducidas como para poder ser colocados en cualquier punto del proceso alveolar, incluidos los tabiques óseos interdentarios y así ser usados como anclajes ortodóncicos.

Sobre estos mini-implantes podemos encontrar trabajos publicados en el año 2004 como el de Cheng y cols.<sup>(28)</sup>, que investigaron la tasa de éxito y las complicaciones derivadas del uso de este tipo de anclajes en Ortodoncia. Para ello colocaron 140 mini-implantes en 44 pacientes efectuando previamente una incisión lineal y el levantamiento de un colgajo mucoperióstico. Posteriormente, en función del espesor del hueso de la zona receptora se optaba por colocar un solo implante (de 9 a 15 mm de longitud) o una mini-placa en forma de L fijada con dos mini-implantes más cortos (5 o 7 mm). En el caso de colocar un solo mini-implante, permitían que la cabeza de éste emergiera 2 mm por encima de la mucosa vestibular para utilizarla como punto de tracción. Cuando utilizaban mini-placas, dejaban uno de los aros (el último aro del brazo largo de la L) emergiendo hacia el exterior de la mucosa con el mismo fin. El tratamiento ortodóncico comenzaba entre la segunda y la cuarta semana posterior a la colocación de los implantes y las fijaciones eran sometidas a cargas de entre 100 y 200 g. El control mensual de los pacientes en el transcurso del tratamiento ortodóncico otorgó a los mini-implantes una tasa de éxito del 89%, siendo la tasa de fracaso significativamente mayor en los implantes colocados en la región mandibular posterior y en aquellos casos en los que la emergencia se producía en mucosa no queratinizada.

La pérdida dentaria no restaurada produce la extrusión de los dientes antagonistas y dificulta la confección de una prótesis con un plano oclusal adecuado. En este sentido, Park y cols.<sup>(29)</sup> afirman que el uso de mini-implantes como anclaje para la intrusión ortodóncica es una buena opción terapéutica y reportan 2 casos con resultados excelentes. En el primero, logran la intrusión de un molar en 8 meses utilizando como único anclaje 2 mini-implantes (uno por mesial y otro por distal) colocados en la cortical palatina adyacente al diente extruído. En el segundo caso efectúan la intrusión ortodóncica de 2 molares utilizando 2 mini-implantes durante un periodo de 12 meses. El control de torque se obtuvo median-

496 te la utilización combinada de anclaje sobre los mini-implantes y los dientes remanentes. En ninguno de los dos casos se apreció patología dentaria o periodontal asociada al tratamiento.

Jane y cols.<sup>(30)</sup> presentan un caso similar en el que obtienen la intrusión exitosa de 2 molares en 5 meses utilizando una mini-placa fijada con 2 mini-implantes. Afirman que un año después de la conclusión del tratamiento, la vitalidad y la salud periodontal de estos molares eran normales.

Los mini-implantes también se utilizan como medida de refuerzo en prótesis implantosoportadas mientras concluye el proceso de osteointegración de los implantes convencionales que soportarán la carga de la prótesis definitiva. Los 2 mini-implantes más utilizados para tal fin, según Kanie y cols.<sup>(31)</sup> son el MTI y el MDI. Estos autores realizaron un estudio *in vivo* para comparar las propiedades mecánicas de ambos modelos y establecer las indicaciones de cada uno de ellos. Apreciaron que los dos poseen formas y tamaños muy similares pero sus propiedades físicas son claramente distintas. El MTI es de titanio comercialmente puro y su superficie es lisa mientras que el MDI es de superficie rugosa y se fabrica a partir de una aleación de titanio, aluminio y vanadio. Estas diferencias son las responsables de que el MDI sea mucho más flexible, soporte cargas mucho mayores sin sufrir deformaciones o fracturas y requiera una fuerza mayor para ser extraído, por lo que los autores afirman que el MDI es el mini-implante de elección para aquellos casos en los que se requiera conferir mayor soporte a la prótesis frente a las cargas funcionales, mientras que el MTI será el implante ideal cuando se precise facilidad en la remoción en el momento en que la integración ósea de los implantes convencionales haya finalizado o sea suficiente según el plan de tratamiento preestablecido.

## PACIENTES ESPECIALES

A pesar de que la rehabilitación bucodentaria con implantes en pacientes con patología sistémica ha

suscitado cierto temor entre los profesionales, los avances en el ámbito de la Medicina y la Implantología Bucofacial la han convertido en una opción terapéutica válida para mejorar la calidad de vida de estos pacientes.

Una de las enfermedades sistémicas más frecuentes que ha sido estudiada es la diabetes. Margonar y cols.<sup>(32)</sup> realizan un estudio para valorar su influencia y la de la terapia con insulina en la retención biomecánica de los implantes dentales colocados en tibias de 27 conejos. Para ello proceden a la colocación de dos implantes en cada conejo, a los que dividen en tres grupos: un grupo de conejos con diabetes no tratada, un grupo con diabetes tratada con insulina y un grupo control no enfermo. Posteriormente se sacrificaron los animales en 3 tiempos (4, 8 y 12 meses) y se extrajeron los implantes mediante una llave especial y torque manual calibrado. Con los resultados obtenidos concluyen que la Diabetes Mellitus influye negativamente en la retención mecánica de los implantes colocados en las tibias de los conejos, y que el tratamiento con insulina no reduce la resistencia al torque de extracción.

Una enfermedad que afecta especialmente a la población adulta femenina es la osteoporosis, caracterizada por una disminución de la masa ósea mineralizada. Es considerada la enfermedad ósea de tipo metabólico más común. Sanfilippo y Bianchi<sup>(33)</sup> presentan una revisión bibliográfica acerca de sus implicaciones clínicas e indican que la única forma de evitar la atrofia del hueso alveolar es mediante la colocación de implantes en unas condiciones de carga controladas que no alteren los principios de la fisiología ósea. Por otro lado, Qi y cols.<sup>(34)</sup> valoran el efecto de la terapia sustitutiva con estrógenos colocando implantes de 5 mm de longitud y 2 mm de diámetro en tibias de 40 ratas con osteoporosis, 18 de ellas en tratamiento con estrógenos. Los especímenes resultantes son sometidos a estudio histológico e histomorfométrico, demostrándose que la terapia sustitutiva promueve la neoformación ósea alrededor de los implantes. Otros autores<sup>(35)</sup> evalúan el efecto que produce el déficit de estrógenos en el hueso



periimplantario y concluyen que su carencia reduce la calidad ósea periimplantaria, aunque no existe evidencia científica suficiente que contraindique de forma absoluta la colocación de implantes en mujeres menopáusicas.

La enfermedad de Parkinson es una patología neurológica caracterizada por la presencia de hipoquinesia, temblores y rigidez muscular. Kubo y Kimura<sup>(36)</sup> necesitaron 6 intervenciones quirúrgicas con anestesia local y sedación endovenosa (prilocaína 3% y midazolam) para colocar 9 implantes en un varón de 72 años con enfermedad de Parkinson. Los autores indican que la administración regional de anestesia con epinefrina en pacientes bajo tratamiento con levodopa aumenta los niveles de catecolaminas y la tensión arterial y que el uso de anestesia locorregional en combinación con midazolam endovenoso es recomendable en la cirugía implantológica de estos pacientes.

En relación con la infección por el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) se presenta un caso de una paciente tratada con didanosina, estavudina, efavirenz y lamivudina, y rehabilitada con 6 implantes en el maxilar superior y 6 implantes en la mandíbula. Tras 2 años de seguimiento no se produjo ninguna complicación. Los autores indican que probablemente una cirugía menor no aumenta el riesgo de infección postoperatoria en los pacientes VIH positivos correctamente controlados<sup>(37)</sup>.

Respecto al consumo de alcohol, se sabe que afecta al metabolismo óseo impidiendo la proliferación de los osteoblastos y aumentando la actividad osteoclástica. Koo y cols.<sup>(38)</sup> efectúan un estudio para valorar la neofórmación ósea en conejos alimentados con alcohol tras la colocación de implantes. Los conejos se dividieron en tres grupos: administración pre y postquirúrgica de un preparado alcohólico (grupo I), administración exclusivamente prequirúrgica del preparado alcohólico (grupo II) y administración de agua en el grupo control (grupo III). Los resultados obtenidos demuestran que el alcohol produce un hueso de menor densidad y con un menor contacto directo hueso-implante. Por otro lado, Bom-

bonato-Prado y cols.<sup>(39)</sup> hicieron un estudio similar al mencionado anteriormente obteniendo los mismos resultados.

La osteorradionecrosis (ORN) es la principal complicación tras la colocación de implantes en hueso irradiado. Se recomienda un intervalo mínimo de espera de 9 a 12 meses entre la Radioterapia y la colocación de los implantes. Oelgiesser y cols.<sup>(40)</sup> presentan un caso clínico de un paciente de 86 años con antecedente de carcinoma de células escamosas bucal al que se le practicó una resección mandibular y que sometido hacía 18 años a radioterapia. Le colocaron 3 implantes en el tercer cuadrante sobre los que se efectuó una rehabilitación con prótesis fija. Tras 4 años de seguimiento no se produjeron complicaciones. Los autores indican que la prótesis fija sobre implantes en estos pacientes es la mejor opción terapéutica, ya que se consigue minimizar el traumatismo en los tejidos blandos y de esta forma evitar la exposición ósea y la ORN. Otro artículo<sup>(41)</sup> describe los protocolos y procedimientos empleados en el manejo de 1194 pacientes sometidos a radioterapia de cabeza y cuello. Se recomienda efectuar extracciones dentarias prerradioterapia en caso de dientes con enfermedad periodontal severa, caries avanzadas con lesión pulpar, restos radiculares y dientes semierupcionados cubiertos parcialmente por hueso alveolar. El tiempo de espera entre la exodoncia y la radioterapia es de 14 a 21 días. Los pacientes previamente sometidos a radioterapia o en tratamiento radioterápico actual deben someterse a un régimen estricto de fluorización (NaF 1,1% con 5.000 ppm en pasta dentífrica)<sup>(41)</sup>.

También ha sido discutida la rehabilitación con implantes en pacientes con enfermedades menos frecuentes como la displasia ectodérmica, la osteogénesis imperfecta y la displasia cleidocraneal.

La displasia ectodérmica hipohidrótica es un desorden hereditario ligado al cromosoma X que se caracteriza por un desarrollo anómalo de la piel. Peñarrocha y cols.<sup>(42)</sup> describen un caso clínico de un paciente de 29 años al cual se le colocaron dos implantes zigomáticos y tres implantes en el sector anterior del

498 maxilar superior. De Rezende y Amado<sup>(43)</sup> describen otro caso clínico de una paciente de 10 años de edad con displasia ectodérmica y con fisura labio-palatina bilateral. Una vez efectuado el tratamiento de la fisura labio-palatina le colocaron 4 implantes en el maxilar superior con elevaciones de seno bilateral y dos implantes en la mandíbula. Tras 32 meses de seguimiento el estado de los implantes y de la prótesis eran correctos.

La osteogénesis imperfecta (OI) es una enfermedad hereditaria que se caracteriza por una fragilidad ósea debido a una deficiencia de los osteoblastos resultado de la síntesis anormal del colágeno tipo I. Lee y Ertel<sup>(44)</sup> presentan una paciente de 43 años de edad con OI tipo III en la que se efectuó una rehabilitación bucal con implantes. Estos pacientes padecen compromiso cardiovascular y respiratorio, por lo que se precisa de un estudio preoperatorio exhaustivo antes de ser intervenidos quirúrgicamente bajo sedación endovenosa o anestesia general. En este caso la paciente presentaba una clase III esquelética y se le colocaron 2 implantes en el cuarto cuadrante. Los autores refieren que durante la intervención quirúrgica el hueso cortical era extremadamente fino y la medular muy esponjosa (tipo D3). No refieren ninguna complicación al cabo de dos años de seguimiento.

La displasia cleidocraneal es una enfermedad hereditaria descrita por Marie y Sainanton en 1897, causada por un defecto en el gen CBFA1 del cromosoma 6p21. Este gen, es el encargado de la diferenciación osteoblástica y de la formación del hueso. Los pacientes con displasia cleidocraneal tienden a ser de baja estatura. Frecuentemente presentan hipertelorismo, problemas en la erupción de los dientes y la presencia de dientes supernumerarios. Petropoulos y cols.<sup>(45)</sup> describen el caso de una paciente de 42 años con displasia cleidocraneal a la que le colocaron seis implantes en la mandíbula y diez en el maxilar superior. Posteriormente fue rehabilitada con prótesis fija en ambos maxilares. Los autores indican que es necesario hacer estudios a largo plazo en este tipo de pacientes.

En la oligodoncia la rehabilitación con implantes tras la finalización del crecimiento alveolar es una opción terapéutica idónea. Giray y cols.<sup>(46)</sup> describen un caso de un varón de 14 años con oligodoncia en dentición permanente al que le colocaron 3 implantes en la región anterior mandibular. A los 18 años de edad le efectuaron una telerradiografía para valorar la posición de los implantes, comprobando que acompañaron a la rotación mandibular sin presentar ningún cambio antero-posterior o vertical en el reborde alveolar.

Finalmente se presentan dos casos clínicos interesantes e insólitos. El primero es un granuloma periférico de células gigantes (PGCG) asociado a un implante colocado en el área premolar izquierda de la mandíbula. La etiología de esta entidad fue la incorrecta angulación del implante así como una higiene deficiente. Los autores refieren que hasta la actualidad no se había descrito ningún caso de PGCG asociado a implantes<sup>(47)</sup>. El segundo caso acontece en un niño de 6 años con un sarcoma osteogénico al que se le practicó la resección parcial de la mandíbula desde el primer molar izquierdo hasta el primer premolar derecho. A los 16 años fue sometido a distracción ósea para posteriormente proceder a la colocación de 4 implantes en el sector anterior y de la prótesis correspondiente, obteniendo buenos resultados<sup>(48)</sup>.

## PROTEÍNAS MORFOGENÉTICAS ÓSEAS Y FACTORES DE CRECIMIENTO

Muchos artículos comentan los resultados prometedores obtenidos tras la aplicación de proteínas óseas morfogénicas y factores de crecimiento y diferenciación tisular al tratamiento quirúrgico con implantes. Los factores de crecimiento son proteínas solubles de peso molecular comprendido entre 5 y 35 KDa, producidos por una gran variedad de células. Las señales que generan están mediadas por receptores de membrana, de manera que los factores de crecimiento se unen a receptores específicos de membrana situados en la superficie de la célula.

la sobre la que actúan. Están implicados en la reparación y en la regeneración ósea, regulan procesos celulares como la mitogénesis, la quimiotaxis, la diferenciación celular y el metabolismo del hueso.

La hormona del crecimiento promueve el crecimiento óseo por la estimulación directa de los condrocitos epifisarios y de los osteoblastos. También incrementan la síntesis de IGF-I y II, quienes estimulan la proliferación y diferenciación de los osteoblastos. Tresguerres y cols.<sup>(49)</sup> aplicaron hormona del crecimiento al hueso periimplantario en tibia de conejo para comprobar la existencia de diferenciación histológica y evaluar cuantitativamente la respuesta del hueso periimplantario con análisis morfométrico. A las 2 semanas, los resultados histológicos del grupo experimental revelaron un mayor incremento de nuevo hueso trabeculado derivado del periostio comparado con el grupo control. Los autores concluyen que la administración local de hormona del crecimiento es una solución válida para aumentar la neoformación ósea periimplantaria en tibias de conejo.

El factor de crecimiento transformador (TGF) es una mezcla de proteínas TGF $\alpha$  y TGF $\beta$ . Estas moléculas pertenecen a una superfamilia de proteínas que incluye desde el TGF  $\beta$ 1 hasta TGF  $\beta$ 5, proteínas óseas morfogenéticas, actinas e inhibinas. El TGF- $\beta$ 1 tiene una potente actividad inmunosupresora, regula la transcripción de citoquinas proinflamatorias, incluyendo las interleuquinas, el factor de necrosis tumoral (alfa) y la matriz de las metaloproteinasas. Dos Santos y cols. (50) analizan la acción del nucleótido simple polimorfo C-509t y G-800A del gen TGF- $\beta$ 1 para determinar si está asociado a la pérdida temprana del implante, siendo dicha asociación inexistente. El papel del TGF- $\beta$ 1 en la osteointegración debe de continuar investigándose, ya que las citoquinas participan en los procesos de la reacción inflamatoria y de la reabsorción ósea determinantes en la pérdida temprana de los implantes. Al no encontrarse relación directa, los autores sugieren que por sí solo el pleomorfismo no es un factor genético que predisponga a la pérdida temprana del implante.

En lo que respecta a la cirugía reconstructiva mediante injertos óseos, la Ingeniería Tisular se encuentra en fase de experimentación. En diversos estudios *in vivo* se han prefabricado injertos óseos vascularizados con BMP-1rh (rhOP-1), también llamada BMP-7. Terheyden y cols.<sup>(51)</sup> presentan un estudio realizado en «minipigs» a los que implantan 6 moldes con diferentes dosis de rhOP-1 en el músculo dorsal latissimus de forma randomizada. Los moldes se prepararon con colágeno y membrana poli-láctica en forma de cilindros abiertos y fijados con 1 gr de Bio-Oss® y rhOP-1 a diferentes dosis (0  $\mu$ g, 50  $\mu$ g, 250  $\mu$ g, 1.000  $\mu$ g). Los cilindros fueron colocados unos con la superficie abierta hacia el músculo y otros hacia el tejido subcutáneo. A las seis semanas se evaluaron las muestras de tejido mediante densitometría, obteniéndose resultados del 0%, 9,4%, 15,8% y 31,1% de material óseo, respectivamente. Los cilindros ubicados hacia el músculo circundante resultaron más efectivos al compararlos con los ubicados en el tejido subcutáneo, aunque en las dos situaciones se obtuvieron resultados favorables. El material de la membrana fue débil y se colapsó por lo que no se tuvo en consideración. Los autores demostraron que el uso de 1 gr de Bio-Oss® granulado con 1.000  $\mu$ g rhOP-1 es el más adecuado para la preparación de transplantes óseos obtenidos mediante Ingeniería Tisular.

Para promover la regeneración tisular en los tratamientos periodontales se utiliza el Emdogain®, sustancia que se aplica sobre la superficie radicular denudada para que produzca la formación de una nueva capa de cemento acelular y de hueso alveolar. Diversos estudios clínicos sugieren que el Emdogain®, nombre de la matriz de esmalte purificada (BIORA AB, Malmö, Sweden), promueve la regeneración ósea. La actividad osteogénica induce a la reparación de los defectos intraóseos en el hueso alveolar y en defectos óseos de modelos experimentales animales. He y cols.<sup>(52)</sup> investigan la acción del Emdogain® sobre la proliferación y diferenciación de las células óseas, así como sobre sus efectos indirectos en la reabsorción ósea usando un cultivo de célu-

**500** las osteoblásticas MC3T3-E1 durante un período de 3 semanas. Parece ser que el Emdogain® tiene la habilidad de estimular la expresión de factores de crecimiento y diferenciación celular, como el Cbfa1, factor de transcripción esencial en la diferenciación osteoblástica, que juega un papel importante en la osteogénesis. Además, se produce simultáneamente la supresión de la osteoclastogénesis y la actividad osteoclástica a través de la acción de una proteína llamada osteoprotegerina, lo que traerá como consecuencia la inhibición de los efectos de la reabsorción ósea.

Los avances en el campo de la Ingeniería Tisular han facilitado la introducción de estas técnicas en la práctica clínica que se basan en la construcción, la reparación o el reemplazo del hueso dañado o ausente en seres humanos o animales. La ingeniería ósea se practica directamente en animales de experimentación o de forma extracorporal mediante un biorreactor que posteriormente se injerta en el cuerpo receptor. Meyer y cols.<sup>(53)</sup>, hicieron una interesante revisión discutiendo el fondo biológico y biofísico de la ingeniería *in vitro* del tejido óseo. Los estímulos bioquímicos y biofísicos del crecimiento y de la diferenciación de la célula son las herramientas que mejoran la formación del hueso *in vitro*. La ingeniería extracorporal ósea requiere de la interacción de tres componentes biológicos: células óseas, los factores del crecimiento y las matrices extracelulares. Se considera esta técnica como un nuevo medio para generar materiales artificiales que serán utilizados como sustitutos óseos en la cirugía reconstructiva.

## TEJIDOS BLANDOS

Las necesidades estéticas y funcionales dependientes del tejido blando periimplantario se han incrementado en los últimos años. La recesión de la encía marginal y la pérdida del tejido papilar son los efectos más indeseables de cualquier técnica quirúrgica periodontal. Se han establecido técnicas quirúr-

gicas para la recuperación de la papila interproximal por medio de injertos de tejido conectivo con resultados satisfactorios. Estas técnicas suelen ser impredecibles ya que no siempre se consigue un resultado estético satisfactorio por lo que requiere en ocasiones de la realización de repetidas técnicas quirúrgicas.

Carnio<sup>(54)</sup> presenta un caso clínico empleando la técnica de interposición del injerto de tejido conjuntivo subepitelial para regenerar una papila interdental perdida entre los incisivos central y lateral superior izquierdo en una paciente de 20 años de edad que se había sometido anteriormente a dos procedimientos quirúrgicos de regeneración tisular guiada. Después de efectuar tres intervenciones quirúrgicas de interposición de injerto de tejido conjuntivo subepitelial en la misma zona a intervalos de 8 semanas, se demostró que dicha técnica puede regenerar una papila interdental perdida. La papila reconstruida permaneció estable y sin signos de inflamación clínica después de 4 años de seguimiento. El autor indica que son necesarios estudios clínicos con muestras mayores con el fin de determinar la tasa de éxito y la predictibilidad de esta técnica quirúrgica. Shibli y cols.<sup>(55)</sup> describen un caso clínico en el que corrigen un problema estético gingival en una restauración unitaria implantosoportada usando un injerto subepitelial de tejido conjuntivo combinado con el uso de un pilar con hombro estético seleccionado para conformar un buen perfil de emergencia. Sin embargo, este informe clínico sugiere que un injerto de tejido conectivo combinado con modificaciones restaurativas pueda ser útil para corregir los niveles de tejido gingival periimplantario sólo donde existen condiciones óseas adecuadas.

Un gran número de trabajos defienden la colocación de implantes inmediatos para rehabilitar tramos edéntulos. Sin embargo, en muchas ocasiones la cantidad y calidad de encía resulta insuficiente para lograr el cierre de los tejidos blandos por primera intención. Además, la reabsorción ósea secundaria a la exodoncia también puede dificultar la obtención de un buen resultado estético en sectores anteriores.

Por otro lado, los implantes inmediatos proporcionan ventajas como son la reducción de los procedimientos quirúrgicos y del tiempo de tratamiento desde la extracción dentaria hasta la restauración protésica definitiva, previniendo la reabsorción ósea y preservando el alveolo tanto en altura como en anchura.

Covani y cols.<sup>(56)</sup>, analizan la curación del tejido gingival periimplantario tras la colocación de 15 implantes inmediatos en 15 pacientes (9 hombres y 6 mujeres) sin hacer incisiones ni cierre primario del colgajo. A los 6 meses de la segunda fase quirúrgica se evaluaron los niveles mesial y distal de las papilas, la anchura de la mucosa queratinizada, la presencia de radiotransparencias perimplantarias y la pérdida ósea marginal. La osteointegración y curación óseas se produjeron en todos los casos de manera satisfactoria. La anatomía del tejido blando gingival periimplantario también fue aceptable en todos los casos y en ningún caso se requirió cirugía mucogingival antes de la rehabilitación protésica definitiva.

Para el aumento de papilas en zonas interimplantarias Misch y cols.<sup>(57)</sup> proponen la técnica «split-finger» como alternativa quirúrgica. Los resultados obtenidos en su estudio piloto aplicado en 21 pacientes con 39 implantes sugieren que este enfoque puede ser exitoso para aumentar o promocionar la formación de papilas interimplantarias. En el 85% de los casos se consiguió papila en porcentajes de entre 50 y 100% al realizar únicamente la «split-finger» o junto a la colocación de tejido conjuntivo. Afirman que las restauraciones provisional y final desempeñan un efecto positivo sobre el contorno del tejido gingival en las coronas del sector anterior.

El AlloDerm® (Lifecell Corporation, Branchburg, NJ, EE.UU.) o matriz dérmica humana acelular procedente de donante se propone como la solución ideal en una gran variedad de procedimientos de cirugía reparadora y estética, como defectos de volumen, deformidades del contorno nasal e injertos cutáneos y mucosos. Puede ser tan seguro como un autoinjerto y elimina la morbilidad sobre la zona

donante. Se trata de un material muy utilizado en cirugía mucogingival. Una vez implantado o injertado en el cuerpo humano, AlloDerm® es reconocido como tejido humano debido a su acelularidad, siendo entonces revascularizado, repoblado y remodelado. Las células del paciente repueblan el injerto y lo remodelan, convirtiéndose el AlloDerm® en tejido del propio paciente. En consecuencia se maneja y se comporta como un autoinjerto dérmico. Este producto está aprobado por la FDA como tejido humano para trasplante, y está autorizado para su utilización a discreción del cirujano, en cualquier localización de la anatomía y para cualquier defecto bien sea congénito, adquirido, traumático o yatrogénico. También está autorizado como implante clínico por el Ministerio de Sanidad Español. Aún no se ha descrito su utilización en Implantología Bucofacial. Sin embargo, artículos recientes relatan su aplicación en el tratamiento de recesiones gingivales. Harris<sup>(58)</sup> se refiere a él como un injerto estético, con resultados predecibles y estable en el tiempo.

Se han hecho estudios que comparan el colgajo desplazado coronalmente con o sin AlloDerm®, obteniéndose resultados más positivos en cuanto a cobertura radicular y ganancia de encía insertada con la adición del mismo<sup>(59)</sup>. AlloDerm® también ha demostrado tener éxito para la cobertura radicular y la ganancia de encía insertada. Por otro lado, evita la toma de injerto del paladar siendo el postoperatorio más confortable para el paciente.

## PLASMA RICO EN FACTORES DE CRECIMIENTO

Las plaquetas tienen muchas funciones más allá de la hemostasia pues contienen importantes factores de crecimiento que, al ser secretados, son responsables del aumento de la mitosis celular y de la producción del colágeno, atraen a otras células al lugar de la lesión a reparar, inician el crecimiento vascular e inducen la diferenciación celular. Todos estos hechos son pasos cruciales en la curación temprana de la herida. También contienen 3 proteínas

502 plasmáticas que actúan como moléculas de adherencia celular útiles en la osteoconducción y como matriz arquitectónica para la formación de hueso, de tejido conectivo, y para la migración epitelial. Estas moléculas de adhesión celular son la misma fibrina, fibronectina y la vitronectina<sup>(60)</sup>.

Los principales factores de crecimiento contenidos en el plasma son los siguientes<sup>(60)</sup>:

- **Factor de Crecimiento Derivados de las Plaquetas (PDGF).** Se conocen dos tipos diferentes de PDGF (A y B). Entre las acciones biológicas, tras unirse a sus receptores, podemos destacar su participación en la glucogénesis, regulación en el crecimiento y diferenciación celular en el Sistema Nervioso Central durante su desarrollo. Favorece la cicatrización por inducir la mitogénesis, estimular la angiogénesis de las células endoteliales, producción de proteínas de la matriz extracelular y en la quimiotaxis de los fibroblastos, monocitos, células musculares y macrófagos, además de estimular la fagocitosis de los neutrófilos y los monocitos.
- **Factor de Crecimiento Transformador (TGF).** Fundamentalmente modula la proliferación celular, generalmente como supresor. Mejora la deposición de matriz extracelular aumentando la síntesis e inhibiendo la degradación. Tiene un efecto inmunosupresor.
- **Factor de Crecimiento Insulínico (IGF).** Existen dos tipos: IGF-I e IGF-II. El IGF-I es abundante en la matriz ósea y lo producen los osteoblastos. Entre sus funciones están estimular la formación de hueso induciendo la proliferación celular, la diferenciación y la biosíntesis de colágeno tipo I.
- **Factor de Crecimiento Epidérmico (EGF).** Favorece la reparación de las heridas estimulando la migración y división de las células epiteliales y aumentando la síntesis de proteínas como la fibronectina. Estimula la síntesis de ADN, el crecimiento celular, la producción de prostaglandinas e induce la reabsorción ósea.
- **Factor de Crecimiento Fibroblástico (FGF).** Existen dos tipos: el FGF ácido ( $\alpha$ ) y FGF básico

( $\beta$ ). Entre sus acciones biológicas figuran la estimulación de la angiogénesis al favorecer la mitosis y migración celular endotelial. También estimula y coordina la mitogénesis de células de origen mesenquimatoso como los fibroblastos, osteoblastos, condrocitos, células musculares lisas y mioblastos esqueléticos durante el crecimiento animal, mantenimiento y reparación tisular.

- **Factor de Crecimiento Vascular Endotelial (VGF).** Es un mitógeno potente y selectivo para las células endoteliales. Aunque no se conoce con detalle su papel en la regeneración, su importancia queda manifiesta por su acción angiogénica *in vivo*.

La preparación del plasma rico en plaquetas (PRP) es relativamente simple. La sangre extraída del paciente se somete a un proceso de centrifugación para concentrar las plaquetas en un gel, que puede agregarse a un injerto óseo. Cuando se activa el concentrado de plaquetas, se forma una estructura gelatinosa y se liberan los factores de crecimiento que se encuentran en sus gránulos. El plasma rico en factores de crecimiento (PRGF) se puede obtener en el quirófano o de modo ambulatorio en la clínica dental. El método ambulatorio requiere la extracción de una menor cantidad de sangre (40-100 ml) para obtener el producto final. De esta forma se consiguen de 6 a 12 ml de producto.

En la literatura encontramos estudios con resultados diversos respecto al uso de PRP como regenerador de tejido blando y de hueso. El trabajo más destacado es el publicado por Marx y cols.<sup>(61)</sup> en el cual seleccionaron al azar a 88 pacientes con defectos de continuidad de la mandíbula para ser reconstruidos con injertos autólogos de hueso esponjoso con o sin la adición de PRP. La evaluación radiográfica demostró que el grado de maduración de los injertos era significativamente mayor con la adición de PRP (1,6 a 2,2 veces más rápida). La evaluación histomorfométrica de las muestras tomadas a los 6 meses reveló un porcentaje significativamente mayor de hueso trabecular con la adición de PRP (el 74% con PRP comparado con el 55 % sin PRP).

Fontana y cols.<sup>(62)</sup>, en un estudio experimental realizado en tibias de 15 ratas Wistar macho, evalúan la respuesta ósea tras la colocación de PRP autólogo alrededor de implantes laminares de titanio. A los treinta días evaluaron el volumen de hueso conseguido mediante estudio histomorfométrico y observaron que la cantidad de hueso nuevo periimplantario en el grupo tratado con PRP era significativamente mayor cuando se comparaba con el lado control.

Aghaloo y cols.<sup>(63)</sup> crearon 4 defectos craneales de 8 milímetros de diámetro en 15 conejos. Tres fueron injertados con Bio-Oss®, Bio-Oss® con PRP, y con hueso autólogo, respectivamente. El cuarto no recibió ningún injerto para ser considerado como control. Las radiografías demostraron una densidad significativamente mayor en los grupos con Bio-Oss®, hueso autólogo y Bio-Oss® más PRP que en los grupos controles en todos los tiempos de evaluación. La evaluación histomorfométrica demostró que la adición de PRP en los sitios injertados aumenta significativamente el porcentaje de formación ósea en comparación con los que recibieron sólo Bio-Oss® en los 3 períodos de evaluación (1, 2 y 4 meses). Sin embargo, en este estudio, el injerto de hueso autólogo produjo mejores resultados que los obtenidos en los grupos tratados con Bio-Oss® o Bio-Oss® y PRP.

En contraposición con los autores anteriores, Choi y cols.<sup>(64)</sup> evalúan el efecto del PRP y el hueso autólogo en defectos óseos sin conseguir la regeneración de los mismos. En su trabajo, utilizan ocho perros Mongrel a los que realizan las extracciones bilaterales de los premolares y la resección mandibular creando defectos de 15 mm estabilizados con miniplacas. Posteriormente colocan el hueso particulado, producto de la resección, mezclado con el PRP en un lado (grupo PRP) y partículas de hueso sólo en el otro (grupo no-PRP). A las seis semanas se obtiene la muestra en bloque para evaluar el nuevo hueso con histomorfometría computadorizada. Uno de los lechos injertados sufrió infección por dehiscencia de la sutura, por lo que no fue evaluado. Los defectos

óseos tratados con hueso autólogo mostraron una formación extensa de hueso en todo el defecto en todos los casos, a diferencia del grupo PRP en el que se formaron islas de tejido fibroso, sin puentes de hueso sólido y con partículas residuales de hueso no vital. Dentro del contorno del defecto aparecieron áreas de regeneración ósea del 56,7% en el lado no-PRP y del 36,8% en el lado PRP, siendo la diferencia entre los grupos estadísticamente significativa. Explican que estos resultados posiblemente estén relacionados con la concentración del PRP dentro del injerto óseo. Los autores concluyen que sus resultados demuestran que la adición de PRP al injerto óseo autólogo retrasa la formación de hueso nuevo en los defectos mandibulares.

Arpornmaeklong y cols.<sup>(65)</sup> comparan la regeneración *in vitro* obtenida con el PRP y la rhBMP-2 en un sistema de cultivo celular tridimensional. Siembran hueso medular de ratas Sprague-Dawley para exponerlo a diferentes concentraciones de PRP y de rhBMP-2. Los cultivos suplementarios adicionales fueron utilizados como controles. El calcio y la fosfatasa alcalina fueron cuantificados en tres intervalos del día durante los 21 días del cultivo. El PRP produjo proliferación celular dosis-dependiente, mientras que redujo la actividad de la fosfatasa alcalina y la deposición de calcio en el cultivo. La BMP-2 produjo una respuesta celular opuesta e indujo una deposición mayor en relación a la actividad mineral de la fosfatasa alcalina. Estos datos sugieren que el PRP inhibe la diferenciación de los osteoblastos derivados de la médula de manera dosis-dependiente. Los autores concluyen que el PRP no puede considerarse un sustituto de la BMP-2 en la inducción osteogénica.

Los resultados aportados por los artículos consultados difieren al valorar el PRP como estimulador potencial para la regeneración del tejido óseo cuando se combina con hueso autólogo, hueso mineral inorgánico, matriz ósea orgánica o cuando es aplicado sólo. Es cierto que el PRP actúa como un pegamento biológico cuando se agrega a las partículas óseas de los materiales de injerto, haciendo la mani-

**504** pulación del material mucho más fácil. Tayapongsak y cols.<sup>(66)</sup> reportaron efectos beneficiosos similares en la manipulación de injertos óseos cuando se empleaba la cola de fibrina autóloga. Es muy interesante puntualizar que, cuando la cola de fibrina fue mezclada con el material de relleno, la consolidación radiográfica del injerto óseo parecía resultar acelerada<sup>(67)</sup>.

Marx<sup>(68)</sup> expone que el hecho de que para algunos autores el PRP carezca de ventajas puede deberse a la utilización de un PRP de mala calidad, obtenido con técnicas inadecuadas. No todos los aparatos que elaboran el PRP tienen las mismas características, y algunos no concentran las plaquetas activas en un número suficiente como para producir un efecto de curación acelerada de la herida. Es importante que el clínico examine la literatura contraria al uso del PRP para evaluar si los niveles utilizados fueron realmente terapéuticos. Hasta el momento, solo existen 2 aparatos reconocidos para obtener el PRP aceptados por la FDA (Smart PRP, Harvest Technologies Inc., Plymouth, MA. EE.UU., y la Platelet Concentration Collection System [PCCS], 3i Implant Innovation, Inc., West Palm Beach, FL. EE.UU.).

Además, algunas investigaciones acerca del uso de PRP en modelos animales utilizan un volumen de sangre demasiado pequeño como para obtener PRP. Se trata de estudios que han utilizado sangre donante no autóloga, que por tanto no puede considerarse verdadero PRP. El uso de las plaquetas sanguíneas de un animal donante produce una reacción inmunológica que condiciona la aparición de falsos negativos. Este plasma no es viable y posiblemente no pueda secretar factores de crecimiento bioactivos.

Tras revisar la literatura sobre la aplicación de PRP en humanos, Sánchez y cols.<sup>(69)</sup>, concluyen que la evidencia científica es insuficiente para apoyar el uso de PRP conjuntamente con injertos de hueso durante procedimientos de aumento óseo. Indudablemente, todos los clínicos implicados tienen altas esperanzas de que el PRP proporcione grandes ventajas en los tratamientos regeneradores.

Thorn y cols.<sup>(70)</sup> exponen el uso de adhesivo de fibrina autóloga y hueso cortical particulado para efectuar técnicas de cirugía reconstructiva maxilofacial. Este adhesivo tiene dos componentes; una solución de fibrinógeno concentrado con factores de crecimiento derivados de las plaquetas y una solución de trombina. Partiendo de las técnicas de obtención del PRP se le añaden precipitados de etanol durante el centrifugado para obtener un concentrado mayor de fibrinógeno (12 veces mayor que el PRP) y de factores de crecimiento (8 veces mayor que el de PRP). El injerto óseo particulado a colocar en los defectos es mezclado con trombina diluida. La técnica descrita se utilizó en ocho pacientes para reconstruir defectos maxilares postquirúrgicos. Uno de ellos debido a la exéresis de un ameloblastoma mandibular y siete pacientes que presentaban secuelas de osteorradionecrosis que fueron tratados previamente en cámaras de oxígeno hiperbárico a 2,5 atm durante 90 minutos, una sesión al día, cinco días a la semana, sumando un total de 30 sesiones antes de la resección. Tras la reconstrucción fueron sometidos a un seguimiento de 1 a 2 años y medio. Dos pacientes fallecieron y los restantes fueron rehabilitados con prótesis implantosoportadas. Los autores refieren resultados exitosos utilizando el adhesivo de fibrina autólogo mezclado con hueso particulado en reconstrucciones bucofaciales. Concluyen que al estar compuesto de una alta concentración de fibrinógeno, de factores de crecimiento y de trombina proporcionan gran estabilidad al material de injerto y favorece una rápida cicatrización<sup>(70)</sup>.

## REGENERACIÓN ÓSEA

En determinadas ocasiones, el tratamiento rehabilitador con implantes sólo puede ver garantizado su éxito mediante la utilización de técnicas de regeneración ósea. La Regeneración Tisular Guiada (RTG) ha sido ampliamente utilizada para el tratamiento de defectos óseos como los provocados por quistes, tumores, enfermedad periodontal y reabsorción de



la cresta alveolar, que tienen como consecuencia la existencia de bases óseas insuficientes tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo. El grado de reabsorción experimentado por la cresta depende del número de paredes óseas alveolares remanentes, de la densidad del hueso, de la severidad de la pérdida periodontal, del desarrollo de infecciones previas así como de la ausencia de los dientes adyacentes al defecto<sup>(71)</sup>.

La RTG se basa en la utilización de membranas capaces de crear un espacio que no se colapse sobre el defecto óseo en el que puedan proliferar las células implicadas en la formación de hueso y que a su vez eviten la invasión de los tejidos blandos circundantes<sup>(72)</sup>. El colapso de la membrana puede prevenirse con la utilización de injertos óseos u otros materiales de relleno pues la desaparición del espacio creado por aquella comprometería seriamente el proceso de regeneración<sup>(71)</sup>.

Atendiendo a su origen los injertos óseos pueden clasificarse en autoinjertos, cuando el individuo donante es a su vez el receptor del material, aloinjertos, cuando proceden de otro individuo de la misma especie, xenoinjertos, cuando el hueso procede de un individuo de distinta especie, tratándose generalmente de hueso bovino, y finalmente los materiales sintéticos. Por su mecanismo de acción, los injertos pueden ser osteogénicos, cuando contienen células capaces de formar hueso y sustancias directamente implicadas en la cascada de la formación ósea (Factor transformador del crecimiento  $\beta$ , Factor de crecimiento derivado plaquetario, etc.), osteoconductivos, cuando son capaces de conducir la regeneración y osteoinductivos, que contienen proteínas óseas morfogenéticas capaces de estimular la diferenciación de células pluripotenciales indiferenciadas en osteoblastos<sup>(73)</sup>.

Los autoinjertos han sido descritos como los mejores materiales para el relleno de defectos óseos debido a su incuestionable biocompatibilidad y similitud biológica con el lecho receptor. Sin embargo, hacen necesaria la preparación de una segunda área quirúrgica, hecho que aumenta la morbilidad de la téc-

nica, la cantidad de hueso obtenida no siempre satisface los requerimientos del defecto a tratar, a la vez que, en los casos en los que es extraído en bloque, su vitalidad puede verse comprometida por la isquemia sufriendo una necrosis y reabsorción secundarias. Para obviar estos inconvenientes, los autoinjertos deben particularse («chips») y mezclarse o ser sustituidos por otros materiales de relleno<sup>(72)</sup>. Un estudio efectuado por Veis y cols.<sup>(74)</sup> trata de evaluar la regeneración obtenida en las superficies descubiertas de una serie de implantes para lo cual se utilizan autoinjertos procedentes de la sínfisis mentoniana, la rama ascendente mandibular y de la tuberosidad del maxilar superior cubiertos por membranas no reabsorbibles de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE). A los 6 meses de cicatrización, se observa que los mejores resultados clínicos se obtienen con el hueso de la sínfisis mentoniana, seguido del injerto de la rama ascendente de la mandíbula.

Slotte y cols.<sup>(72)</sup> llevan a cabo un estudio sobre 16 ratones a los que se les colocan dos cilindros de titanio sobre hueso cortical, uno de los cuales se rellena con partículas de hueso autólogo y el otro se deja vacío, observándose que tras un período de 3 meses de cicatrización se obtiene una mayor cantidad de hueso en el grupo experimental que en el grupo control, aunque las partículas de hueso autólogo se reabsorben y sólo están presentes en el tercio superior del cilindro de titanio insertado.

Una alternativa al autoinjerto es la matriz de hueso desmineralizado particulado. Se trata de un aloinjerto procedente de hueso de cadáver procesado para eliminar su componente mineral dejando la matriz de colágeno y diversos factores de crecimiento proteicos que han demostrado inducir la formación de hueso. Sus partículas pueden formar un conglomerado al ser mezcladas con vehículos como geles polímeros, glicerol y colágeno y se reabsorben a los 4-6 meses de su colocación. El poloxámero 407 sirve de vehículo fluido para estas matrices de hueso desmineralizado, capaz de adquirir consistencia de gel al entrar en contacto con la temperatura corporal. Es biocompatible y se reabsorbe a los 3-5 días de la

**506** intervención quirúrgica. Babbush<sup>(73)</sup> consigue un aumento considerable del hueso remanente en 4 meses suficiente como para permitir la colocación de implantes y carga temprana de los mismos en localizaciones tanto del maxilar superior como de la mandíbula tras el uso de este tipo de aloinjerto.

Dogan y cols.<sup>(75)</sup> presentan un caso de dehiscencia ósea en un implante colocado hacía 7 años en el maxilar superior que fue tratado quirúrgicamente para intentar su curación. Al cabo de 6 meses del tratamiento del defecto mediante un aloinjerto de hueso desmineralizado deshidratado y congelado (DFDBA) cubierto con una membrana de colágeno Biomend® (Zimmer Dental, Carlsbad, CA, EE.UU.), los exámenes clínico y ortopantomográfico revelaron una marcada regeneración ósea y una correcta osteointegración del cuerpo del implante.

Por otro lado, Lyford y cols.<sup>(76)</sup> presentan 5 casos tratados con bloques de 1cm de aloinjerto de hueso esponjoso liofilizado cubiertos con membranas reabsorbibles de colágeno bovino, presentándose como una opción terapéutica para el tratamiento de los defectos óseos previa a la rehabilitación con implantes. Fugazzotto<sup>(77)</sup> realiza con éxito la colocación de implantes unitarios postextracción de carga inmediata con ROG a base de una combinación de hueso autólogo recogido directamente de la localización de la ostectomía con un aloinjerto de hueso desmineralizado y membrana reabsorbible.

Artzi y cols.<sup>(78)</sup> comparan la capacidad regenerativa del fosfato tricálcico  $\beta$  (aloinjerto) y el hueso bovino inorgánico (xenoinjerto) utilizados en el tratamiento de defectos óseos en animales. Para ello, generan 6 defectos óseos a nivel del ángulo mandibular de 8 perros, 2 de los cuales se rellenan con hueso bovino inorgánico, 2 con fosfato tricálcico  $\beta$  y 2 se dejan vacíos (grupo control). Obtienen una curación ósea completa en todos los defectos injertados y ambos materiales resultan tener una biocompatibilidad excelente pero, mientras el fosfato tricálcico  $\beta$  se reabsorbe completamente, el hueso bovino inorgánico reduce progresivamente su tasa de reabsorción a partir del sexto mes de su colocación.

Hartman y cols.<sup>(79)</sup> evalúan la utilidad del colágeno óseo bovino inorgánico Bio-Oss Collagen® (Orthovita, Malvern, PA, EE.UU.) para el tratamiento de defectos periodontales en humanos. Se trata de un xenoinjerto de hueso bovino inorgánico al que se le añade un 10% de fibras de colágeno porcino para facilitar la manipulación del injerto y obtener una consistencia más condensable. El estudio incluye 4 pacientes con dientes afectados por grandes defectos óseos verticales que se tratan con este xenoinjerto en combinación o no con una membrana de colágeno reabsorbible Bio-Guide® (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland) esperándose 6 meses de cicatrización previa a la biopsia y estudio histológico de las muestras. En todos los casos se obtiene un aumento del nivel de inserción y una disminución de la profundidad de sondaje. Este estudio demuestra que la anatomía del defecto influye en el éxito de su regeneración, siendo esta más favorable en defectos de varias paredes como consecuencia de un mayor aporte vascular al material injertado.

El estudio de Stavropoulos y cols.<sup>(80)</sup> tiene por objetivo valorar a largo plazo la regeneración ósea producida por el Bio-Oss®, hueso desproteinizado de origen bovino y el cristal bioactivo Biogran® (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland), que se han asociado al tratamiento con implantes y a las elevaciones de seno maxilar. Se sirven de 54 ratas albinas que dividen en tres grupos de 18 individuos a las que les practican cuatro perforaciones a nivel mandibular. Las perforaciones de las ratas del primer grupo se rellenan con 0,025 g de Bio-Oss®, las del segundo con 0,045 g de Biogran® y las del tercer grupo se dejan vacías para utilizarlas como grupo control. Las biopsias se toman al año de hacer la intervención quirúrgica. No se aprecian diferencias entre los tres grupos estudiados respecto a la apariencia y la calidad del hueso formado, pero la cantidad es mucho mayor en el grupo control, en el que no se utiliza material de regeneración.

Actualmente también se estudia la utilización de materiales sintéticos que favorezcan la regeneración periodontal. Un ejemplo de este tipo de materiales

es el PepGen P-15. Se trata de una matriz de hidroxiapatita inorgánica derivada de hueso bovino combinada con un péptido sintético (P-15) que ha demostrado tener capacidad de rellenar defectos infraóseos. La hidroxiapatita presenta un tamaño de partícula de 250-420  $\mu\text{m}$  y un volumen medio de poro de 0,13 mL/g. Parece ser que la proteína P-15 no sólo produce nuevo hueso, sino que es capaz de originar una verdadera regeneración periodontal por presentar una elevada afinidad por las células osteogénicas favoreciendo la unión, migración y diferenciación celular (imita la función del colágeno tipo I). Scarano y cols.<sup>(81)</sup> rellenan con P-15, 16 de los 20 defectos óseos tibiales practicados en 5 conejos New Zealand, dejando los cuatro restantes vacíos como control. Obtienen una buena regeneración ósea de los defectos tratados con P-15, hecho que lleva a los autores del trabajo a concluir que podría tratarse de un buen sustituto sintético del injerto autólogo.

Cancian y cols.<sup>(82)</sup> crean dos defectos óseos corticales mandibulares de 5 mm en cuatro monos adultos *Cebus Apella*. Los 8 defectos son divididos en cuatro grupos: los pertenecientes al primero se rellenan con hueso medular autólogo de tibia; los del segundo con cemento de fosfato cálcico y los del tercer y cuarto grupos con cristal bioactivo. Los monos son sacrificados a los 150 días, momento en el que tras el procesado de las muestras se observa que las cavidades rellenas de hueso autólogo han sido completamente regeneradas por hueso de nueva formación, organizado arquitectónicamente en sistemas haversianos, con un gran número de osteocitos en el hueso inmaduro indicando un proceso de reparación. Las cavidades tratadas con fosfato cálcico no estaban completamente repletas de hueso de nueva formación, sino de tejido conjuntivo fibroso. Finalmente, las cavidades tratadas con cristal bioactivo presentaron hueso de nueva formación envolviendo gránulos de material sin conjuntivo fibroso interpuesto y con la presencia de osteocitos en íntimo contacto con el material de relleno. Estos resultados permiten concluir que el uso de cristal bioactivo es capaz de reparar defectos óseos con hueso

de nueva formación por su capacidad osteoconduccion, mientras que el cemento de fosfato cálcico sólo induce la formación de tejido conjuntivo fibroso.

Estudios previos han sugerido que cuando el cristal bioactivo entra en contacto con los fluidos corporales libera iones alcalinos que facilitan la formación de una capa de fosfato cálcico amorfo sobre su superficie. Este a su vez cristaliza en apatita hidroxicarbonada deficiente en calcio similar al hueso en una fase inicial. Sin embargo, los fluidos corporales contienen proteínas que inhiben la formación de esta capa de apatita hidroxicarbonada, imposibilitando la neoformación ósea. Sin embargo, en un estudio de El-Ghannam y cols.<sup>(83)</sup> que pretende comparar la regeneración ósea y la reabsorción del material injertado en defectos óseos efectuados a 9 perros, se concluye que las propiedades biológicas del cristal bioactivo pueden transformarse modificando su superficie. Así, concluyen que la apatita hidroxicarbonada promueve la regeneración ósea y la reabsorción del material injertado en mayor proporción que la superficie de fosfato de calcio o la superficie de cristal bioactivo no modificada. Esto se debe a que la apatita hidroxicarbonada tiene la capacidad de adsorber proteínas de unión y factores de crecimiento que estimulan la aparición de osteoblastos, la deposición ósea y favorecen la reabsorción del material injertado. Estas proteínas permanecen en superficie más tiempo en injertos tratados que no tratados.

Nair y Schug<sup>(84)</sup> han utilizado réplicas radiculares de copolímero de ácido poliláctico y poliglicólico reabsorbibles para favorecer la curación ósea tras efectuar las exodoncias previas a la colocación de implantes. Ambos tipos de réplica radicular resultaron ser biocompatibles y biodegradables, pero en su presentación sólida pueden originar inicialmente la formación de ácido láctico capaz de inducir la decalcificación del proceso alveolar, hecho que desaconseja su aplicación en su forma no porosa.

Un aspecto importante en relación a la regeneración tisular lo constituye la utilización de membranas. Estas pueden ser reabsorbibles como las de colá-

508 geno o las de ácido poliglicólico y no reabsorbibles, como las de politetrafluoretileno. Su utilización se basa en crear un espacio al que sólo puedan migrar células con capacidad osteogénica, impidiendo la invasión de los defectos óseos por tejido blando. Las no reabsorbibles presentan el inconveniente de necesitar ser retiradas en una segunda cirugía, intervención que podría comprometer el éxito final del tratamiento por la posibilidad de complicaciones asociada a cualquier acto quirúrgico. De ahí que la tendencia actual sea el uso de membranas reabsorbibles, que por otro lado presentan escasa rigidez y corren el riesgo de no mantener el espacio creado para regenerar. Amano y cols.<sup>(85)</sup> evalúan la regeneración ósea obtenida con una membrana de ácido poliláctico y la comparan con la conseguida con esa misma membrana sujeta a los bordes del defecto mediante pins en el tratamiento de defectos óseos practicados a 8 perros Beagle. Los autores conclu-

yen que la utilización de esta membrana sujeta con pins garantiza la regeneración ósea mejor que su utilización sin dicha sujeción al asegurar la exclusión de los tejidos blandos dentro del defecto.

Los estudios realizados por Polimeni y cols.<sup>(86, 87)</sup> analizan los factores de los cuales depende la ROG. Para ello se sirven de 6 perros Beagle adultos a los que se les practican defectos periodontales de 6 mm alrededor del tercer y cuarto premolares bilateralmente a nivel mandibular. Se elimina la corona de los dientes, y cada defecto se recubre con una membrana porosa u oclusiva de e-PTFE evitando el contacto dentario. El análisis histomorfométrico de las muestras procesadas permite concluir que la provisión de espacio, la amplitud de la cresta remanente, así como el uso de membranas oclusivas que evitan la migración epitelial y del tejido conjuntivo, generan unas condiciones favorables para una correcta ROG, lo que ya se conocía hace tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Deppe H, Wagenpfeil S, Donath K. Comparative value of attachment measurements in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:208-15.
2. Choi YG, Kim YK, Eckert SE, Shim CH. Cross-sectional study of the factors that influence radiographic magnification of implant diameter and length. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:594-6.
3. Zechner W, Watzak G, Gahleitner A, Busenlechner D, Tepper G, Watzek G. Rotational panoramic versus intraoral rectangular radiographs for evaluation of peri-implant bone loss in the anterior atrophic mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**: 873-8.
4. Fortin T, Bosson JL, Coudert JL, Isidori M. Reliability of pre-operative planning of an image-guided system for oral implant placement based on 3-dimensional images: An *in vivo* study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:886-93.
5. Tsuchida F, Hosoi T, Imanaka M, Kobayashi K. A technique for making a diagnostic and surgical template. *J Prosthet Dent* 2004; **9**:395-7.
6. Naffah N, Chidiac JJ. A modified periapical radiographic holder used for standardized implant assessment. *J Prosthet Dent* 2004; **91**:398.
7. Bambini F, Meme L, Procaccini M, Rossi B, Lo Muzio L. Bone scintigraphy and SPECT in the evaluation of the osseointegrative response to immediate prosthetic loading of endosseous implants: A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**: 80-6.
8. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**: 228-31.
9. Naitoh M, Katsumata A, Mitsuya S, Kamemoto H, Ariji E. Measurement of mandibles with microfocus x-ray computerized tomography and compact computerized tomography for dental use. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:239-46.
10. Couture RA, Whiting BR, Hildebolt CF, Dixon DA. Visibility of trabecular structures in oral radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;**96**:764-71.
11. Lu M, Rabie AB. Quantitative assessment of early healing of intramembranous and endochondral autogenous bone grafts using micro-computed tomography and Q-win image analyzer. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:369-76.
12. Zimmermann CE, Harris G, Thurmuller P, Troulis MJ, Perrott DH, Rahn B y cols. Assessment of bone formation in a porcine mandibular distraction wound by computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:569-74.
13. Schwartz-Arad D, Levin L, Ashkenazi M. Treatment options of untreatable traumatized anterior maxillary teeth for future use of dental implantation. *Implant Dent* 2004;**13**:11-6.

14. Rabago JA, Sanz M. Manejo multidisciplinario de las agencias dentales. *Periodoncia* 2003;**13**:399-412.
15. Windhorn RJ. Fabrication and use of a simple implant placement guide. *J Prosthet Dent* 2004;**92**:196-9.
16. Gallucci GO, Bernard JP. Modelización y caracterización de la UAC para el diseño estético de los implantes. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;**24**:19-29.
17. Yokoyama S, Wakabayashi N, Shiota M, Ohyama T. The influence of implant location and length on stress distribution for three-unit implant-supported posterior cantilever fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2004;**91**:234-40.
18. Himmlova L, Dostalova T, Kacovsky A, Convickova S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: A finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2004;**91**:20-5.
19. Itoh H, Kaputo AA, Kuroe T, Nakahara H. Comparación biomecánica de las configuraciones en línea recta y zigzag de la colocación de implantes. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;**24**:47-55.
20. Griffin TJ, Cheung WS. The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height: A retrospective investigation. *J Prosthet Dent* 2004;**92**:139-44.
21. Tawil G, Younan R. Clinical evaluation of short, machined-surfaced implants followed for 12 to 92 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:894-901.
22. Mordenfeld MH, Johansson A, Hedin M, Billstrom C, Arvidson K. A retrospective clinical study of wide-diameter implant used in posterior edentulous areas. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:387-92.
23. Lizzi TD, Martinet PJ. Agencias múltiples. Ortodoncia e implantes dentales en la rehabilitación de oligodoncia: Caso clínico. *Periodoncia* 2003;**13**:305-11.
24. Stellingsma K, Raghoobar GM, Meijer H, Stegenga B. The extremely resorber mandible: A comparative prospective study of 2-year results with 3 treatment strategies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:563-77.
25. Zinsli B, Sagesser T, Mericske E, Mericske-Stern R. Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: A prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:92-9.
26. Cabianca M. Combination syndrome: Treatment with dental implants. *Implant Dent* 2003;**12**:300-5.
27. Domingues F, Mendoça G, Fernandes A. Analysis of influence of lip line and lip support in esthetics and selection of maxillary implant-supported prosthesis design. *J Prosthet Dent* 2004;**91**: 286-8.
28. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors of dental mini-screw implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:100-6.
29. Park YC, Lee SY, Kim DH. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;**123**: 690-4.
30. Jane CC, Wu CB, Wu HY, Kok SH, Frank HF, Chen YJ. Intrusion of the overerupter upper left first and second molars by mini-implants with partial-fixed orthodontic appliances: A case report. *Angle Orthod* 2004;**74**:550-7.
31. Kanie T, Nagata M, Ban S. Comparison of the mechanical properties of 2 prosthetic mini-implants. *Implant Dent* 2004;**13**:251-6.
32. Margonar R, Sakakura CE, Holzhausen M, Pepato MT, Alba RC, Marcantonio E. The influence of diabetes mellitus and insulin therapy on biomechanical retention around dental implants: a study in rabbits. *Implant Dent* 2003;**12**:333-9.
33. Sanfilippo F, Bianchi AE. Osteoporosis: the effect on maxillary bone resorption and therapeutic possibilities by means of implant prostheses: A literature review and clinical considerations. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;**23**:447-57.
34. Qi MC, Zhou XQ, Hu J, Du ZJ, Yang JH, Liu M y cols. Oestrogen replacement therapy promotes bone healing around dental implants in osteoporotic rats. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004; **33**:279-85.
35. Duarte PM, Cesar Neto JB, Goncalves PF, Sallum EA, Nociti FH. Estrogen deficiency affects bone healing around titanium implants: A histometric study in rats. *Implant Dent* 2003;**12**:340-6.
36. Kubo K, Kimura K. Implant surgery for a patient with Parkinson's disease controlled by intravenous midazolam: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:288-90.
37. Baron M, Gritsch F, Hansy AM, Haas R. Implants in an HIV-positive patient: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; **19**:425-30.
38. Koo S, Konig B, Jr., Mizusaki CI, Allegrini S, Jr., Yoshimoto M, Carbonari MJ. Effects of alcohol consumption on osseointegration of titanium implants in rabbits. *Implant Dent* 2004;**13**:232-7.
39. Bombonato-Prado KF, Brentegani LG, Thomazini JA, Lachat JJ, Carvalhó TL. Alcohol intake and osseointegration around implants: A histometric and scanning electron microscopy study. *Implant Dent* 2004;**13**:238-44.
40. Oelgiesser D, Levin L, Barak S, Schwartz-Arad D. Rehabilitation of an irradiated mandible after mandibular resection using implant/tooth-supported fixed prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2004;**91**:310-4.
41. Sulaiman F, Hury JM, Zlotolow IM. Dental extractions in the irradiated head and neck patient: A retrospective analysis of Memorial Sloan-Kettering Cancer Center protocols, criteria, and end results. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;**61**:1123-31.
42. Peñarrocha-Diago M, Uribe-Origone R, Rambla-Ferrer J, Guarinos-Carbo J. Fixed rehabilitation of a patient with hypohidrotic ectodermal dysplasia using zygomatic implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;**98**:161-5.
43. de Rezende ML, Amado FM. Osseointegrated implants in the oral rehabilitation of a patient with cleft lip and palate and ectodermal dysplasia: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:896-900.
44. Lee CY, Ertel SK. Bone graft augmentation and dental implant treatment in a patient with osteogenesis imperfecta: Review of the literature with a case report. *Implant Dent* 2003;**12**:291-5.
45. Petropoulos VC, Balshi TJ, Balshi SF, Wolfinger GJ. Treatment of a patient with cleidocranial dysplasia using osseointegrated implants: A patient report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; **19**:282-7.

- 510 46. Giray B, Akca K, Iplikcioglu H, Akca E. Two-year follow-up of a patient with oligodontia treated with implant- and tooth-supported fixed partial dentures: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:905-11.
47. Bischof M, Nedir R, Lombardi T. Peripheral giant cell granuloma associated with a dental implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:295-9.
48. Linsen S, Niederhagen B, Braumann B, Koeck B. Functional and esthetic rehabilitation after mandibular resection in a child using a tooth/implant-supported distraction device: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:603-8.
49. Tresguerres IF, Blanco L, Clemente C, Tresguerres JA. Effects of local administration of growth hormone in peri-implant bone: An experimental study with implants in rabbit tibiae. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:807-11.
50. Dos Santos MC, Campos MI, Souza AP, Scarel-Caminaga RM, Mazzonetto R, Line SR. Analysis of the transforming growth factor-beta 1 gene promoter polymorphisms in early osseointegrated implant failure. *Implant Dent* 2004;**13**:262-9.
51. Terheyden H, Menzel C, Wang H, Springer IN, Rueger DR, Acil Y. Prefabrication of vascularized bone grafts using recombinant human osteogenic protein-1-part 3: Dosage of rhOP-1, the use of external and internal scaffolds. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004; **33**:164-72.
52. He J, Jiang J, Safavi KE, Spangberg LS, Zhu Q. Emdogain promotes osteoblast proliferation and differentiation and stimulates osteoprotegerin expression. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;**97**:239-45.
53. Meyer U, Joos U, Wiesmann HP. Biological and biophysical principles in extracorporal bone tissue engineering. Part I. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:325-32.
54. Carnio J. Surgical reconstruction of interdental papilla using an interposed subepithelial connective tissue graft: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;**24**:31-7.
55. Shibli JA, D'Avila S, Marcantonio E. Connective tissue graft to correct peri-implant soft tissue margin: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2004;**91**:119-22.
56. Covani U, Barone A, Cornellini R, Crespi R. Soft tissue healing around implants placed immediately after tooth extraction without incision: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:549-53.
57. Misch CE, Al-Shammari KF, Wang HL. Creation of interimplant papillae through a split-finger technique. *Implant Dent* 2004;**13**: 20-7.
58. Harris RJ. A short-term and long-term comparison of root coverage with an acellular dermal matrix and a subepithelial graft. *J Periodontol* 2004;**75**:734-43.
59. Woodyard JG, Greenwell H, Hill M, Drisko C, Iasella JM, Schetz J. The clinical effect of acellular dermal matrix on gingival thickness and root coverage compared to coronally positioned flap alone. *J Periodontol* 2004;**75**:44-56.
60. García-García V, Corral I, Bascones-Martínez A. Plasma rico en plaquetas y su utilización en implantología dental. *Av Periodon Implantol* 2004;**16**:81-92.
61. Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM, Schimmele SR, Strauss JE, Georgeff KR. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;**85**:638-46.
62. Fontana S, Olmedo DG, Linares JA, Guglielmotti MB, Crosa ME. Effect of platelet-rich plasma on the peri-implant bone response: An experimental study. *Implant Dent* 2004; **13**: 73-8.
63. Aghaloo TL, Moy PK, Freymiller EG. Evaluation of platelet-rich plasma in combination with anorganic bovine bone in the rabbit cranium: A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; **19**:59-65.
64. Choi BH, Im CJ, Huh JY, Suh JJ, Lee SH. Effect of platelet-rich plasma on bone regeneration in autogenous bone graft. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:56-9.
65. Arpornmaeklong P, Kochel M, Depprich R, Kubler NR, Wurzler KK. Influence of platelet-rich plasma (PRP) on osteogenic differentiation of rat bone marrow stromal cells. An *in vitro* study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:60-70.
66. Tayapongsak P, O'Brien DA, Monteiro CB, Arceo-Diaz LY. Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; **52**:161-5.
67. Freymiller EG, Aghaloo TL. Platelet rich plasma: Ready or not? *J Oral Maxillofac Surg* 2004;**62**:484-8.
68. Marx RE. Platelet-rich plasma: Evidence to support its use. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;**62**:489-96.
69. Sánchez AR, Sheridan PJ, Kupp LI. Is platelet-rich plasma the perfect enhancement factor? A current review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:93-103.
70. Thorn JJ, Sorensen H, Weis-Fogh U, Andersen M. Autologous fibrin glue with growth factors in reconstructive maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;**33**:95-100.
71. Vance GS, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Johnston H, Schetz JP. Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived xenograft used in ridge preservation: A clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:491-7.
72. Slotte C, Lundgren D, Burgos PM. Placement of autogeneic bone chips or bovine bone mineral in guided bone augmentation: A rabbit skull study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;**18**:795-806.
73. Babbush CA. Histologic evaluation of human biopsies after dental augmentation with a demineralized bone matrix putty. *Implant Dent* 2003;**12**:325-32.
74. Veis AA, Tsirlis AT, Parisi NA. Effect of autogenous harvest site location on the outcome of ridge augmentation for implant dehiscences. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;**24**:155-63.
75. Dogan N, Okcu KM, Ortakoglu K, Dalkiz M, Gunaydin Y. Tratamiento de defectos tipo dehiscencia, usando injertos óseos y barrera con membranas en implantes ya existentes: informe de un caso. *Rev Esp Odontostomatol Implant* 2003;**12**:46-50.
76. Lyford RH, Mills MP, Knapp CI, Scheyer ET, Mellonig JT. Clinical evaluation of freeze-dried block allografts for alveolar ridge augmentation: A case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;**23**:417-25.

77. Fugazzotto PA. Guided bone regeneration at immediate implant insertion and loading: A case report. *Implant Dent* 2004;**13**:223-7.
78. Artzi Z, Weinreb M, Givol N, Rohrer MD, Nemcovsky CE, Prasad HS, y cols. Biomaterial resorption rate and healing site morphology of inorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate in the canine: A 24-month longitudinal histologic study and morphometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**: 357-68.
79. Hartman GA, Arnold RM, Mills MP, Cochran DL, Mellonig JT. Clinical and histologic evaluation of anorganic bovine bone collagen with or without a collagen barrier. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;**24**:127-35.
80. Stavropoulos A, Kostopoulos L, Nyengaard JR, Karring T. Fate of bone formed by guided tissue regeneration with or without grafting of Bio-Oss or Biogran. An experimental study in the rat. *J Clin Periodontol* 2004;**31**:30-9.
81. Scarano A, Lezzi G, Petrone G, Orsini G, Degidi M, Strocchi R, y cols. Cortical bone regeneration with a synthetic cell-binding peptide: A histologic and histomorphometric pilot study. *Implant Dent* 2003;**12**:318-24.
82. Cancian DC, Hochuli-Vieira E, Marcantonio RA, Garcia Junior IR. Utilization of autogenous bone, bioactive glasses, and calcium phosphate cement in surgical mandibular bone defects in *Cebus apella* monkeys. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**: 73-9.
83. El-Ghannam A, Amin H, Nasr T, Shama A. Enhancement of bone regeneration and graft material resorption using surface-modified bioactive glass in cortical and human maxillary cystic bone defects. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;**19**:184-91.
84. Nair R, Schug J. Observations on healing of human tooth extraction sockets implanted with bioabsorbable polylactic-polyglycolic acids (PLGA) copolymer root replicas: A clinical, radiographic, and histologic follow-up report of 8 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;**97**:559-69.
85. Amano Y, Ota M, Sekiguchi K, Shibukawa Y, Yamada S. Evaluation of a poly-l-lactic acid membrane and membrane fixing pin for guided tissue regeneration on bone defects in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;**97**:155-63.
86. Polimeni G, Albandar JM, Wikesjo UM, Koo KT, Qahash M, Xiropaidis AV. Prognostic factors for alveolar regeneration: Osteogenic potential of resident bone Prognostic factors for alveolar regeneration: Effect of tissue occlusion on alveolar bone regeneration with guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 2004;**31**:840-4.
87. Polimeni G, Koo KT, Qahash M, Xiropaidis AV, Albandar JM, Wikesjo UM. Prognostic factors for alveolar regeneration: Effect of tissue occlusion on alveolar bone regeneration with guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 2004;**31**:730-5.