

## Intervención de aumento de la cresta vertical utilizando regeneración ósea guiada, aloinjerto de hueso liofilizado y desmineralizado y minitorneillos: observación de 4 a 13 años en implantes cargados



Burton Langer, DMD, MSD<sup>1</sup>  
 Laureen Langer, DDS<sup>1</sup>  
 Richard M. Sullivan, DDS<sup>2</sup>

*Esta serie de casos retrospectivos presenta los resultados de 8 pacientes tratados con partículas de aloinjerto de hueso liofilizado y desmineralizado y membranas de barrera utilizando minitorneillos o implantes para soportar la membrana en 7 pacientes. En todos los pacientes, la cantidad de hueso vertical regenerado permitió colocar uno o más implantes en las zonas injertadas, seguido de la carga con las prótesis definitivas como mínimo 5,5 meses después de la colocación de los implantes. La altura del hueso marginal alrededor de los implantes ha permanecido estable a lo largo de 4 a 13 años de seguimiento.*  
 (Rev Int Odontol Restaur Period 2010;14:226-235.)

El aumento óseo vertical en pacientes parcialmente dentados ha sido descrito por numerosos clínicos mediante métodos y materiales variados, entre ellos autoinjertos óseos *onlay* fijados al hueso receptor mediante tornillos óseos<sup>1-8</sup>, y más recientemente, osteogénesis por distracción<sup>9-13</sup>. Otros investigadores han utilizado membranas oclusivas para el aumento de cresta ósea vertical a la vez que han colocado los implantes de forma simultánea<sup>14,15</sup>. En esta última estrategia, las roscas de los implantes se dejan expuestas intencionadamente 2 a 7 mm por encima de la cresta ósea y se utiliza una membrana oclusiva para proteger el coágulo sanguíneo y el material que rodea los implantes. En un estudio realizado en perros, Jovanovic y cols.<sup>16</sup> demostraron indicios histológicos de formación de hueso nuevo tras lograr el aumento vertical mediante regeneración ósea guiada (ROG). Simion y cols.<sup>17</sup> describieron por primera vez el tratamiento de 5 pacientes con ganancias de hueso vertical de 4 mm utilizando la ROG sin material de injerto. Posteriormente los mismos

<sup>1</sup>Private Practice, New York, New York.

<sup>2</sup>Clinical Director, Nobel Biocare, Yorba Linda, California.

Correspondencia: Dr Burton Langer, 933 Fifth Avenue, New York, NY 10021;  
 fax: 1-212-861-3592; e-mail: BurtL2@aol.com.

autores describieron el tratamiento de dos grupos de pacientes<sup>18</sup>. El grupo A estuvo formado por 10 pacientes que recibieron 22 implantes regenerados con membranas y aloinjertos de hueso liofilizado. El promedio de la ganancia de hueso vertical fue de 3,14 mm (desviación estándar [DE], 0,9 mm; intervalo, 1 a 5 mm). El grupo B estuvo formado por 10 pacientes con 30 implantes aumentados con membranas y esquirlas de hueso autógeno compactado alrededor de las roscas expuestas del implante. El promedio de la ganancia de hueso vertical fue de 5,02 mm (DE, 2,3 mm; intervalo, 1 a 8,5 mm). A estos resultados les siguió otro informe en 2001 que mostró un grado impresionante de crecimiento de hueso vertical (1 a 8 mm de hueso de nueva formación capaz de soportar una prótesis con implantes)<sup>14</sup>. Un caso posterior descrito por Simion y cols.<sup>19</sup> mostró los resultados de un defecto de 20 mm secundario a una cirugía oncológica que se resolvió de forma eficaz con una combinación de hueso autógeno particulado y hueso bovino desproteínizado con factor de crecimiento recombinante humano derivado de las plaquetas, tornillos en tienda de campaña y una membrana no reabsorbible, seguido de la colocación de un implante en una segunda fase.

El principal objetivo de esta serie de casos retrospectivos es presentar los resultados de pacientes tratados con procedimientos de aumento de la cresta vertical utilizando aloinjerto particulado de hueso liofilizado y desmineralizado

(DFDBA) y membranas de barrera, con y sin el uso de minitornillos. En segundo lugar, el estudio evaluó la estabilidad de los niveles de hueso de nueva formación tras la carga de los implantes durante 4 años como mínimo, demostrada mediante radiografías de seguimiento.

### **Materiales y métodos**

En este estudio se incluyeron 8 pacientes de edades comprendidas entre los 37 y los 73 años. El exhaustivo examen periodontal inicial reveló graves defectos de la cresta vertical cuya altura osciló entre 3 y 9 mm, como consecuencia de infecciones dentales previas, retirada de implantes, o periimplantitis. En la mayoría de los pacientes, el plan terapéutico original consistió en colocar entre 1 y 3 implantes permanentes en la primera visita quirúrgica, pero la gravedad de los defectos necesitó el aumento de la zona vertical y retrasó la colocación de los implantes. Se consideró adecuado realizar el injerto y la colocación del implante de forma simultánea en dos pacientes. Todos los pacientes gozaban de buena salud y no presentaron contraindicaciones para el tratamiento quirúrgico. Los pacientes firmaron el consentimiento informado una vez hubieron recibido explicaciones detalladas del tratamiento.

Antes del inicio del estudio se fabricaron dos variedades de minitornillos a partir de titanio mecanizado puro disponible en el mercado; una variedad se revistió con hidro-

xiapatita y la otra no. Todos los tornillos medían 1,4 mm de diámetro y 16 mm de longitud.

Los pacientes recibieron un tratamiento antibiótico el día de la cirugía y lo mantuvieron durante 1 semana. Se administró un anestésico local adecuado y se levantaron colgajos mucoperiosticos de espesor total vestibulares y linguales. Se limpió todo el tejido de granulación de las zonas del defecto. No se realizó ninguna preparación de la superficie del hueso residual más que el desbridamiento manual de la zona, que estableció de forma simultánea el aporte sanguíneo, ya que pareció que las zonas receptoras estaban sufriendo una reabsorción activa.

En los 5 o 6 pacientes en los que se retrasó la colocación de los implantes se colocaron 1 o 2 minitornillos para soportar la membrana de barrera (figura 1a). La selección del tipo de minitornillo (mecanizado o revestido por hidroxiapatita) fue aleatoria. Se prepararon las osteotomías para los minitornillos con una fresa de 1,0 mm de diámetro utilizando una solución salina estéril para su irrigación. Se modificó la longitud del tornillo a utilizar de forma que el extremo apical del tornillo se pudo fijar al hueso residual en la base del defecto sin invadir estructuras vitales. La cabeza del tornillo no se extendió más allá de la altura del hueso adyacente al defecto. La longitud se ajustó reduciendo el extremo apical del minitornillo mediante una fresa y posteriormente cada minitornillo se insertó en el lecho receptor con un contra-ángulo. Se utilizaron sondas

**Tabla 1** Fecha de la colocación de los implantes y período de observación

Paciente	Zona del implante*	Longitud del implante (mm)	Fecha de colocación del implante	Fecha de conexión del pilar	Carga del implante (años)	Nivel de hueso marginal en el último seguimiento
1	26	13	2/5/99	8/10/99	9	Primera rosca coronal
	27	10	2/5/99	8/10/99	9	Primera rosca coronal
2	36	10	9/4/97	3/10/98	10	Primera rosca coronal
	35	8,5	9/4/97	3/10/98	10	Primera y segunda rosca coronales
	34	10	9/4/97	3/10/98	10	Primera rosca coronal
3	17	10	8/94	2/95	13	Primera rosca coronal
	16	10	8/94	2/95	13	Primera rosca coronal
	15	10	8/94	2/95	13	Primera rosca coronal
4	45	7	10/19/99	3/30/2000	8	Primera rosca coronal
	46	7	10/19/99	3/30/2000	8	Primera rosca coronal
5	24	13	5/19/98	1/8/99	10	Primera rosca coronal
	25	10	5/19/98	1/8/99	10	Primera rosca coronal
6	31	10	9/3/99	3/14/00	5 <sup>†</sup>	Primera rosca coronal
7	22	15	10/25/96	2/13/98	10	Primera rosca coronal
8	15	13	12/23/98	7/28/99	4 <sup>‡</sup>	Primera rosca coronal

\*Sistema de numeración de la FDI

<sup>†</sup>No se pudo completar el seguimiento<sup>‡</sup>Fallecido

periodontales para medir la distancia desde la base del defecto óseo hasta la superficie más coronal del minitornillo y se registró la altura del minitornillo expuesto antes de realizar el injerto óseo vertical. En los dos pacientes en los que se realizó de forma simultánea el injerto y la colocación de los implantes, éstos se colocaron después de degranular por completo todos los restos de tejido blando e irrigar con solución salina estéril.

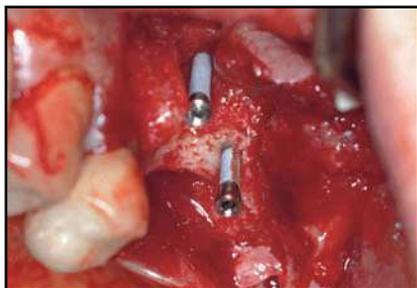
Se obtuvo documentación fotográfica de todos los defectos tratados en una relación 1:1. El material DFDBA particulado (University of Miami Bone Bank) se condensó en los defectos hasta el extremo superior del minitornillo o implante o

hasta la arista de la cresta adyacente residual en los casos en que no se utilizaron minitornillos o implantes.

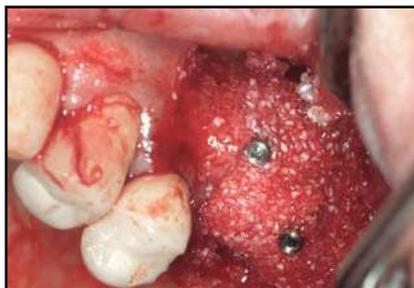
En todos los pacientes se utilizó una membrana oclusiva. En cinco de las zonas injertadas y no implantadas y en una de las zonas implantadas se utilizaron membranas de politetrafluoroetileno expandido reforzado con titanio (PTFEe RF) (W.L. Gore & Associates), mientras que en dos zonas (una no implantada y otra implantada) se utilizaron membranas reabsorbibles (W.L. Gore & Associates). Cuatro membranas se estabilizaron con tornillos de fijación ósea y cuatro se mantuvieron en su sitio gracias al colgajo suprayacente. Los colgajos se liberaron del perisodio subyacente para proporcionar la

máxima movilidad y facilitar el cierre sin tensiones. Los colgajos gingivales se aproximaron mediante una combinación de puntos de colchono y puntos sueltos. La tabla 1 resume el tratamiento quirúrgico inicial de los 8 pacientes y las figuras 1 a 3 ilustran el tratamiento de 3 pacientes.

A los pacientes no les estuvo permitido llevar prótesis removibles sobre las zonas injertadas durante los 2 a 4 meses en que las membranas estuvieron colocadas. Sin embargo, en el caso de que los pacientes ya llevaran restauraciones provisionales fijas soportadas en su totalidad por los dientes naturales adyacentes, esas restauraciones se reinsertaron al final de la cirugía de aumento.

**Figura 1** Paciente 1.

**Figura 1a** Reabsorción pronunciada del hueso del maxilar superior posterior izquierdo del paciente. Obsérvense las roscas expuestas del minitornillo.



**Figura 1b** El defecto se rellenó con DFDBA particulado antes de adaptar la membrana.



**Figura 1c** La cresta ósea 8 meses después del injerto, antes de la retirada de los minitornillos. La retirada de la membrana se produjo 1 mes después del injerto.



**Figura 1d** (izquierda) Radiografía de carga inicial.

**Figura 1e** (derecha) La radiografía 9 años después de la carga muestra los niveles estables de hueso marginal.



Para facilitar la retirada de las membranas reforzadas con titanio y reducir al mínimo el riesgo de una infección que lesionase el relleno con hueso de nueva formación, se planificó retirar la membrana entre 2 y 4 meses después de la cirugía de aumento. Sin embargo, en los casos de exposición de la membrana, la retirada debe realizarse lo antes posible. Simion y cols., por el contrario, dejaron las membranas colocadas durante 7 a 11 meses<sup>18</sup>. En el estudio aquí descrito, los minitornillos no se retiraron en el momento de la retirada de la membrana.

En los 5 o 6 pacientes en los que se retrasó la colocación de los implantes, la cirugía de colocación se realizó entre 6 y 8 meses después de la intervención inicial de aumento vertical. La sexta paciente, que quedó embarazada durante el tratamiento, recibió 3 implantes 15 meses después de la cirugía inicial (figuras 2a a 2h). En todos los casos se retiraron los minitornillos y se colocaron los implantes (Nobel Biocare) cubriéndose con el colgajo mucoperióstico y permitiendo su integración durante un mínimo de 5 meses. Los pacientes recibieron antibióticos durante la primera

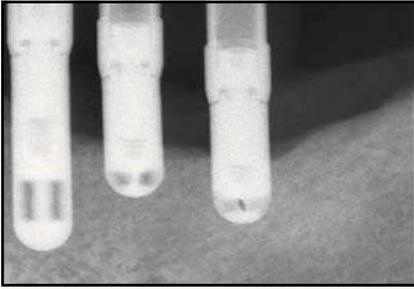
semana del postoperatorio, así como los analgésicos adecuados.

Los pilares se conectaron entre los 5,5 y los 16 meses después de la colocación de los implantes. Después de entregar las restauraciones definitivas se inició el seguimiento radiográfico rutinario; las restauraciones no se quitaron en ningún caso.

## Resultados

En los 8 pacientes se regeneró un volumen de hueso suficiente para permitir la colocación de uno o más

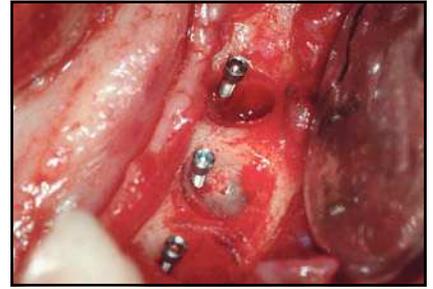
**Figura 2** Paciente 2.



**Figura 2a** El paciente presentó una pérdida ósea evidente alrededor de tres implantes cilíndricos en el maxilar inferior izquierdo.



**Figura 2b** El defecto óseo asociado a los implantes fallidos tras la degranulación pero antes de la retirada del implante.

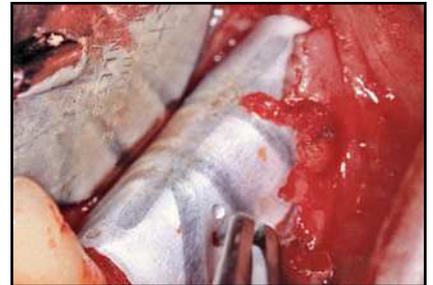


**Figura 2c** Colocación de los minitornillos tras la retirada de los implantes.

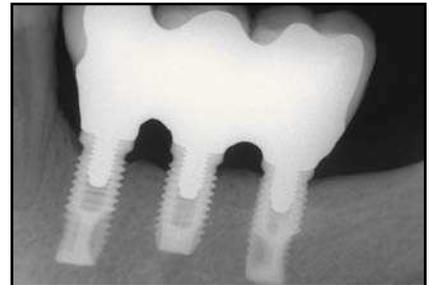
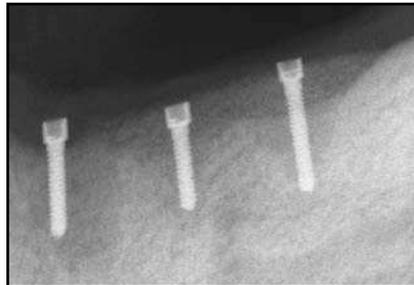


**Figura 2d** (izquierda) Material de injerto colocado alrededor de los minitornillos.

**Figura 2e** (derecha) Colocación de la membrana reforzada con titanio sobre la cresta injertada y los minitornillos.



**Figuras 2f y 2g** Aspecto clínico y radiográfico de la cresta ósea 15 meses después del injerto pero antes de la retirada de los minitornillos y la colocación de los implantes. La retirada de la membrana se realizó 2 meses después del injerto.



**Figura 2h** La radiografía 9 años después de la carga muestra niveles estables de hueso marginal.

**Tabla 2** Protocolo de injerto y membranas con los resultados observados en cada paciente

Paciente	Zona del minitornillo o el implante*		Fecha del injerto	Tipo de membrana	Retirada de la membrana	Injerto con colocación simultánea del implante	Tiempo (meses) desde el injerto hasta la colocación del implante	Longitud del minitornillo/implante expuesto (mm)		Ganancia de altura crestal (mm)
	Superficie							En el momento del injerto	En el momento de la reentrada	
1	26	HA	6/5/98	TR e-PTFE	7/7/98	No	8	9	2	7
	27	HA						9	3	6
2	36	M	6/21/96	TR e-PTFE	8/16/96	No	15	6	0,5	5,5
	35	M						6	1	5
	34	M						4,5	1	3,5
3	NA <sup>†</sup>	NA	1/21/94	TR e-PTFE	4/5/94	No	7	6 <sup>†</sup>	0 <sup>†</sup>	6
4	45	HA	4/20/99	TR e-PTFE	7/27/99	No	6	9	2	7
	46	HA						9	3	6
5	24	M	10/15/97	TR e-PTFE	2/14/98	No	7	9	2	7
	25	M						7	2	5
6	31	HA	2/12/99	Resolut	NA	No	7	9	1	8
7	22	M <sup>‡</sup>	10/25/96	TR e-PTFE	3/18/97	Sí	0	7	1	6
8	15	M <sup>‡</sup>	12/23/98	Resolut	NA	Sí	0	3	1	2

MI = mecanizado; HA = revestido con hidroxapatita; PTFEe RT = politetrafluoroetileno expandido reforzado con titanio.

\*Sistema de numeración de la FDI

<sup>†</sup>No se colocó ningún minitornillo o implante; se usa la referencia de la arista de la cresta residual; no se incluye la ganancia de altura con el aumento de seno.

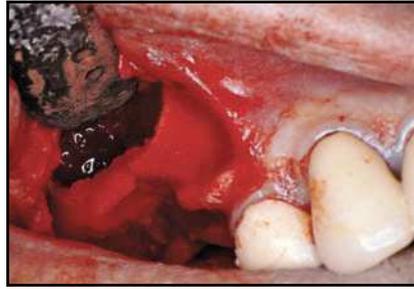
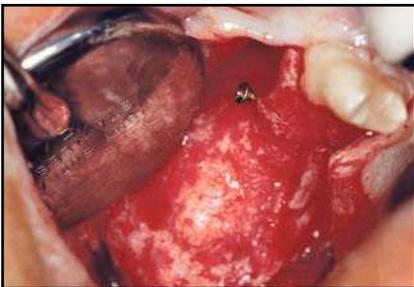
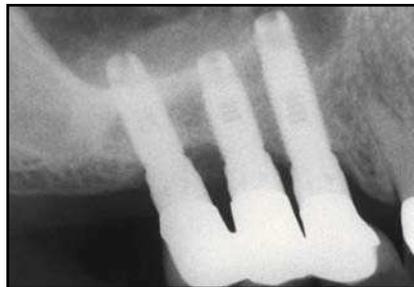
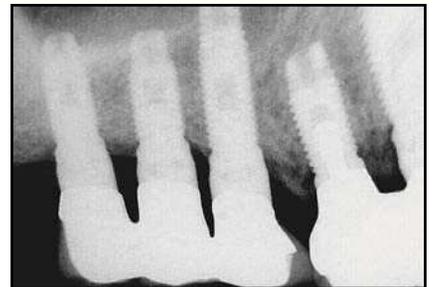
<sup>‡</sup>Implantes estándar de tipo roscado recibidos en el momento del injerto óseo para soportar la membrana, es decir, no se utilizaron minitornillos.

implantes dentales permanentes. La altura vertical ganada osciló entre 2 y 8 mm. Se colocaron un total de 15 implantes, dos pacientes recibieron 3 implantes, tres recibieron 2 implantes y tres un implante. Se dejó que todos los implantes permanecieran sin cargar durante un período de como mínimo 5,5 meses antes de la carga protésica. El seguimiento radiográfico osciló entre los 4 y los 13 años poscarga (tabla 2).

En los 6 pacientes que recibieron una membrana de titanio se logró el cierre completo del colga-

jo sobre la membrana sin la posterior exposición de la misma. Sin embargo, después de 10 semanas se visualizó un exudado en un paciente con antecedentes de diabetes. Al retirar la membrana, el tejido suprayacente presentaba una mala organización y tenía un aspecto amorfo. Se creyó que esto interferiría en el grado de crecimiento óseo alrededor del minitornillo, pero posteriormente se observó una osificación vertical impresionante alrededor del minitornillo (figuras 3a a 3f).

Las dos zonas que se habían cubierto con membranas reabsorbibles no presentaron inflamación. Si bien el grado de regeneración del hueso vertical necesario en estos dos pacientes fue menor que el requerido en los otros seis, se logró la cantidad necesaria y la consistencia del hueso de nueva formación fue similar en ambos tipos de membranas. Las radiografías de seguimiento tras la carga de los implantes en este hueso regenerado demostró niveles estables de hueso marginal de forma constante en la primera rosca coronal del implante.

**Figura 3** Paciente 3.**Figura 3a** Aspecto radiográfico del defecto óseo del paciente preextracción en 1994.**Figura 3b** Defecto óseo inmediatamente tras la extracción con una ventana lateral para el injerto de seno.**Figura 3c** Membrana reforzada con titanio colocada sobre el injerto particulado. No se utilizaron minitorneillos para soportar la membrana en este paciente.**Figura 3d** Cresta antes de la colocación del implante 7 meses después del injerto. La retirada de la membrana se produjo a las 10 semanas. La ganancia neta de hueso vertical fue de 6 mm, sin incluir el injerto de seno.**Figura 3e** Radiografía de los implantes restaurados en 1996.**Figura 3f** Radiografía de seguimiento de los implantes a los 12 años.

## Discusión

En las zonas orales de injertos óseos, el DFDBA ha demostrado un rendimiento similar al hueso autógeno<sup>18</sup>. Un entramado que pueda soportar la osteoconducción puede ser lo único necesario para permitir la formación de hueso nuevo en un defecto cuando existe una migración de osteoblastos junto con un complejo coágulo sanguíneo/aloinjerto. En 7 de los 8 pacientes presentados aquí, los minitorneillos y los implantes actuaron como mecanis-

mo de soporte para permitir la formación de hueso nuevo.

Las membranas oclusivas utilizadas en este estudio proporcionaron un amplio espacio para la estabilización del coágulo sanguíneo y protegieron el complejo regenerador. Aún no se ha establecido el intervalo de tiempo que deben permanecer colocadas estas membranas. Los resultados de este informe indican que puede formarse hueso nuevo incluso si la membrana se retira al cabo de un mes, y es posible que el marco temporal se pueda acortar aún más.

El objetivo ideal de la ROG es actuar como membrana oclusiva para prevenir la migración del tejido epitelial y conjuntivo en la zona injertada más allá de la lenta formación ósea. Sin embargo, incluso cuando esto se consigue, es necesario monitorizar el postoperatorio porque determinados pacientes pueden desarrollar una respuesta inflamatoria en las zonas quirúrgicas que están cicatrizando. No reconocer este hecho puede poner en peligro el éxito de la intervención.

En la mayoría de los casos descritos con anterioridad que han demostrado el crecimiento de hueso vertical con autoinjertos óseos y en los ejemplos presentados aquí se observó una depresión o concavidad de la cresta en la zona injertada. Una posibilidad fructífera para la investigación futura sería tratar de estimular la regeneración ósea vertical en una sección estrictamente horizontal del maxilar inferior o superior. Siempre que se intente cualquier tipo de regeneración del hueso vertical, es esencial que el paciente no lleve una prótesis directamente en la zona injertada.

La ganancia de altura ósea de 2 a 8 mm descrita en este estudio parece que se compara de forma favorable con los informes de Tinti y cols.<sup>20,21</sup>, quienes describieron un aumento de la cresta vertical de 4 a 7 mm utilizando hueso autógeno obtenido de un filtro óseo. Simion y cols.<sup>17</sup> describieron ganancias de hueso vertical que oscilaron entre 1 y 5 mm con el uso de aloinjertos.

El hecho de que los minitornillos fueran de titanio o de hidroxiapatita no pareció influir en la ganancia de altura ósea. Desde el punto de vista estrictamente quirúrgico, pareció que los minitornillos revestidos de hidroxiapatita estuvieron rodeados por un hueso más denso. Sin embargo, este resultado fue sutil y no constituyó un factor en la colocación del implante o la estabilidad del hueso sobre la carga protésica.

La principal dificultad con este procedimiento fue la retirada de

los minitornillos durante la colocación del implante. Esto fue especialmente problemático cuando se utilizaron minitornillos revestidos de hidroxiapatita. Aunque se utilizaron trépanos de menor diámetro, la mineralización fue tan densa que fue difícil extraer la porción más apical de los minitornillos de su sitio. A menudo fue necesario utilizar fresas redondas de pequeño tamaño, y fue frecuente la fractura de los minitornillos. En el futuro podría incorporarse a las características del diseño la facilidad de retirada del minitornillo.

Las restauraciones definitivas en los 8 pacientes estuvieron soportadas totalmente por implantes colocados en el hueso aumentado verticalmente, es decir, las restauraciones estuvieron soportadas solamente por los implantes enumerados en la tabla 2 y no se unieron a otros implantes o dientes. Los niveles del hueso marginal de las zonas aumentadas verticalmente y cargadas con implantes funcionales han permanecido en equilibrio dinámico durante los 4 a 13 años de seguimiento.

## Conclusiones

Este estudio demuestra que las zonas invaginadas de las crestas edéntulas, en las que se han perdido los dientes o se han retirado los implantes, pueden aumentarse en dirección vertical. Siguiendo el protocolo quirúrgico de Simion y cols.<sup>14</sup> pero utilizando exclusivamente DFDBA junto con minitorni-

llos, implantes o material de injerto sólo soportando una membrana oclusiva, se obtuvo una ganancia vertical que osciló entre los 2 y los 8 mm. El hueso de nueva formación fue suficientemente denso para soportar los implantes. Simion y cols.<sup>14</sup> hallaron una ganancia vertical promedio de altura ósea de 3,14 mm (DE, 0,9 mm; intervalo, 1 a 5 mm). La ganancia de la altura crestal y la función del hueso regenerado bajo carga variaron en función de la utilización de membranas reabsorbibles o no reabsorbibles. En los pacientes en los que se utilizaron membranas reabsorbibles, el requerimiento de altura vertical fue mucho menor. El uso de un aloinjerto elimina la necesidad de disponer de una zona quirúrgica adicional, reduciendo así la morbilidad al mínimo. Los niveles estables de hueso marginal observados en las radiografías de 8 pacientes durante el seguimiento de 4 a 13 años tras la carga restauradora del implante confirman la capacidad del hueso de nueva formación para sostener la carga funcional.

## Declaración

El Dr. Sullivan trabaja para Nobel Biocare, el laboratorio fabricante de los implantes utilizados en esta serie de casos clínicos.

## Bibliografía

1. Collins TA. Advanced grafting. In: Bell W. *Modern Practice in Orthognathic and Reconstructive Surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1992:1191–1205, 1215–1220.
2. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:22–32.
3. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29–45.
4. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:10–29.
5. Collins TA, Nunn W. Autogenous veneer grafting for improved esthetics with dental implants. *Compendium* 1994;15:370, 372–374, 376.
6. Proussaefs P, Lozada J, Kleinman A, Rohrer MD. The use of ramus autogenous block grafts for vertical alveolar ridge augmentation and implant placement: A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:238–248.
7. Bahat O, Fontanessi RV. Efficacy of implant placement after bone grafting for three-dimensional reconstruction of the posterior jaw. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:220–231.
8. Bahat O, Fontanessi RV. Implant placement in three-dimensional grafts in the anterior jaw. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:357–365.
9. Chin M, Toth BA. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:45–53.
10. Chin M, Toth BA. Le Fort III advancement with gradual distraction using internal devices. *Plast Reconstr Surg* 1997;100:819–830.
11. Jensen OT, Cockrell R, Kuhike L, Reed C. Anterior maxillary alveolar distraction osteogenesis: A prospective 5-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:52–68.
12. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 1-3-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:82–95.
13. McAllister B, Gaffaney TE. Distraction osteogenesis for vertical bone augmentation prior to oral implant reconstruction. *Periodontol* 2000 2003;33:54–66.
14. Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Benfenati SP. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:35–45.
15. Parma-Benfenati S, Tinti C, Albrektsson T, Johansson C. Histologic evaluation of guided vertical ridge augmentation around implants in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:424–437.
16. Jovanovic SA, Schenk RK, Orsini M, Kenny EB. Supracrestal bone formation around dental implants: An experimental dog study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:23–31.
17. Simion M, Trisi P, Piattelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:496–511.
18. Simion M, Jovanovic SA, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:8–23.
19. Simion M, Rocchietta I, Monforte M, Maschera E. Three-dimensional alveolar bone reconstruction with a combination of recombinant human platelet-derived growth factor BB and guided bone regeneration: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:239–243.
20. Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: What is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:220–229.
21. Tinti C, Parma-Benfenati S. Vertical ridge augmentation: Surgical protocol and retrospective evaluation of 48 consecutively inserted implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:434–443.