

Aumento del reborde alveolar, alternativa al procedimiento de elección: tecnología de tornillos de osteosíntesis

Barry I. Simon, DDS, MSD^a, Tat Fai Chiang, DMD^b, y Howard J. Drew, DMD^b

Algunos estudios han abordado el tema de la colocación de implantes en localizaciones desfavorables. Actualmente, se pueden colocar implantes de forma óptima, incluso en pacientes que han sufrido una reabsorción importante del reborde alveolar después de las extracciones dentarias. Esto último se puede conseguir gracias a que existen técnicas que permiten aumentar el reborde reabsorbido hasta los requisitos de anchura y altura necesarios para poder colocar los implantes de manera apropiada. Un grupo de procedimientos quirúrgicos han evolucionado hasta convertirse en el procedimiento de elección para aumento de la anchura y altura del reborde alveolar. Este artículo trata sobre el a priori procedimiento de elección para aumento del reborde, los injertos en bloque tipo onlay, y lo compara con la tecnología de tornillos de osteosíntesis, procedimiento igualmente satisfactorio pero superior en costo-efectividad y en consumo de tiempo, combinado con regeneración ósea guiada, y que además presenta menor morbilidad e implica un solo campo quirúrgico. Se presentan tres casos para ilustrar la utilización y efectividad de la tecnología de tornillos de osteosíntesis.

(*Quintessence Int.* 2010;41:379-86)

^aProfesor. Departamento de Periodoncia. Universidad de Medicina y Odontología de Nueva Jersey. Newark, Nueva Jersey, EE. UU.

^bProfesor Clínico Asociado. Departamento de Periodoncia. Universidad de Medicina y Odontología de Nueva Jersey. Newark, Nueva Jersey, EE. UU.

Correspondencia: B. I. Simon.

Clinical Affairs, University of Medicine and Dentistry of New Jersey, 110 Bergen Street, Newark, NJ 07103, EE. UU.

Correo electrónico: simonbi@umdnj.edu

La reabsorción del reborde alveolar después de las extracciones dentarias da lugar a una reducción de la anchura alveolar que oscila entre 3,1 y 7,0 mm en anchura y entre 0,7 y 4,5 mm de altura, que se produce a lo largo de los 4 a 12 primeros meses después de las extracciones¹⁻⁶. Anteriormente, las deformidades resultantes del reborde alveolar impedían con gran frecuencia la colocación de implantes endóseos, lo que conducía a problemas biomecánicos y estéticos^{7,8}. Hoy en día, es posible regenerar hueso en distintas localizaciones y distintas cantidades como para permitir una colocación adecuada de los implantes en casi todas las aplicaciones restauradoras. El procedimiento de elección para esta regeneración, los injertos en bloque tipo onlay, fue desarrollado hace algunos años y sigue considerándose como primera opción para el logro de una regeneración endósea intraoral. Sin embargo, los injertos de tipo onlay, suelen resultar procedimientos traumáticos, largos, y costosos; implican múltiples campos quirúrgicos; y presentan una considerable morbilidad documentada.

Nuestra experiencia clínica sugiere que existen otras alternativas para conseguir la regeneración, igual de efectivas, sino más efectivas que estos procedimientos de referencia, y que resultan más localizadas y menos traumáticas, más rápidas, de costo más razonable para el paciente, y con morbilidad mínima. Este artículo ilustra la eficacia clínica de una técnica alternativa para la regeneración de hueso en casos que presentaban defectos de anchura y/o altura del reborde alveolar.

Los primeros procedimientos que se propusieron en 1951, fueron los injertos autógenos de cresta iliaca para aumento de la altura alveolar mandibular⁹. Sin embargo, esta primera técnica presentaba unas reabsorciones del injerto de hasta el 70%¹⁰. Los injertos autógenos de cos-

tilia para el tratamiento de maxilares severamente reabsorbidos fueron reseñados por primera vez en 1974¹¹. Más recientemente se han desarrollado los procedimientos que emplean injertos de hueso corticoesponjoso obtenido de la sínfisis mandibular y de la rama vestibular. Los injertos de sínfisis permiten obtener más volumen que los injertos de rama¹². La sínfisis aporta injertos con un grosor de 4 a 11 mm (promedio 4 a 5 mm), una longitud de 15 a 20 mm, y una altura de 10 mm, dependiendo de la anatomía y localización de los dientes¹³. Los injertos de rama presentan más hueso cortical y permiten un grosor de hasta 4 mm, una longitud de 3 cm, y una altura de 1 cm^{13,14}.

El supuesto potencial osteogénico de los injertos autógenos en bloque ha sido uno de los principales motivos por los que este tipo de injerto se ha convertido en el procedimiento de elección. Sin embargo, el potencial osteogénico varía entre pacientes y además se ve afectado por la edad, disminuyendo con ella¹⁵. Debido a ello los pacientes de mayor edad que presentan una reabsorción importante del reborde alveolar pueden no conseguir un aumento significativo del reborde alveolar cuando se emplean injertos autógenos en bloque.

La reparación satisfactoria de los injertos en bloque, como en todos los injertos, depende fundamentalmente del restablecimiento de la vascularización del injerto. La osteogénesis no puede producirse hasta que se vasculariza el injerto¹⁶. Cuando se obtiene el injerto de la zona donante, la sínfisis o la rama, el aporte vascular del mismo queda interrumpido. La revascularización de los injertos de hueso cortical se produce fundamentalmente por reabsorción osteoclástica, seguida de infiltración vascular de los canales de Volkmann y canales Harvesianos¹⁷. El hueso esponjoso de los injertos se revasculariza por anastomosis cabo a cabo y endocrecimiento vascular en los espacios medulares. Como los injertos de sínfisis y de rama son principalmente injertos de hueso cortical, para que los capilares relativamente mayores crezcan en el interior del injerto, primero se tiene que producir un aumento de la reabsorción en los canales de Volkmann y Harvesianos. Esta reabsorción inicial lleva cierto tiempo, pero los osteocitos como máximo sobreviven 24 h a la isquemia antes de necrosarse. De este modo, un injerto óseo grande, transcurrido un día, está constituido por osteocitos muertos con una fina capa superficial de células vivas periféricas que sobreviven por difusión. La revascularización transcurre demasiado lenta como para impedir la necrosis de los osteocitos¹⁷.

Por ello es lógico que en estos injertos de hueso muerto se produzca reabsorción, y de hecho así ocurre. La información varía respecto al grado en que se produce esta

reabsorción. Un estudio bien documentado, llevado a cabo por Cordaro et al¹⁸ midió las dimensiones del injerto antes del tratamiento y 6 meses después del tratamiento, en injertos de rama mandibular y de sínfisis, y encontró que el aumento lateral y vertical medio disminuía un 23,5% y un 42% respectivamente. Los injertos mandibulares demostraron mayores cantidades de reabsorción que los injertos maxilares.

Los injertos de tipo onlay no solo sufren una reabsorción importante sino que además la presentan durante largos periodos de tiempo. Widmark et al¹⁹ estudiaron la reabsorción de injertos de sínfisis mandibular colocados en el maxilar superior. Encontraron que la reabsorción media de los injertos en la zona de los implantes, 4 meses después de los injertos, era del 25%. En el momento de colocación de los pilares, la reabsorción media había ascendido al 60%. Proussaefs y Lozada²⁰ evaluaron histológicamente injertos de rama y de sínfisis y encontraron signos de remodelación ósea activa hasta 14 meses después de su colocación. Esta reabsorción en curso afecta con toda seguridad a la estabilidad funcional y estética de los implantes colocados en este tipo de injertos óseos. De hecho, una revisión sistemática de la literatura entre 1980 y 2005, de estudios en los que se colocaban implantes en distintos tipos de hueso injertado, documentó una tasa de supervivencia de solo un 83,8% a 90,4% de los implantes colocados en hueso injertado en bloque tipo onlay en comparación con una tasa del 95,5% en los colocados sobre hueso sometido a regeneración ósea guiada (ROG)²¹.

Por otra parte existen además aspectos de morbilidad asociados a los injertos en bloque tanto de la zona donante como de la zona receptora. Entre las complicaciones intraoperatorias documentadas de los injertos en bloque de sínfisis y rama, encontramos lesión del nervio, hemorragia, daño a los tejidos blandos, fracturas del injerto en bloque, y en casos muy raros fracturas mandibulares. Los problemas postoperatorios incluyen trismus, hematoma, dolor, inflamación, déficit nerviosos neurosensoriales (normalmente transitorios), reabsorción ósea, dehiscencia de sutura y fallo del injerto, y con menor frecuencia infección. Además, en los injertos de sínfisis, podemos encontrar también daño de las arterias submentoniana y sublingual y de las raíces de los dientes inferiores, desvitalización de los dientes anteroinferiores, y ptosis del mentón^{12,22}.

Los injertos mandibulares en bloque siguen siendo considerados por algunos profesionales como el procedimiento de elección, a pesar de que implican dos campos quirúrgicos, obtienen un grosor limitado del injerto, sufren una reabsorción tras la reparación que varía entre

un 23,5% a 60,0% del volumen original, y presentan una tasa de supervivencia de los implantes reducida y un potencial de morbilidad significativo. Si queremos considerar cual es el mejor enfoque para realizar aumento del reborde alveolar, tenemos que tomar en consideración un estudio de Von Arx et al²³. Estos autores encontraron que no había diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de hueso nuevo formado ni en la cantidad de ganancia de hueso horizontal cuando se comparaban injertos en bloque autógenos y los materiales de injerto: fosfato tricalcico (FTC) y hueso alógrafo desmineralizado seco congelado (DFDBA por sus siglas en ingles), cubiertos con membrana de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE). Queda claro que existen procedimientos de regeneración alternativos capaces de conseguir de forma predecible cantidades similares o mayores de aumento de hueso sin las desventajas documentadas de los injertos en bloque. Nuestra tesis es que existe un procedimiento alternativo que implica un solo campo quirúrgico que consigue cantidades significativas de aumento de hueso, que presenta una morbilidad mínima, y que es relativamente rápido y sencillo de realizar. Este procedimiento alternativo es el empleo de la tecnología de tornillos de osteosíntesis en asociación con los principios de la ROG.

El principio de la ROG se desarrolló a partir de estudios²⁴⁻²⁷ que documentaban que las células del hueso adyacente crecían en el espacio creado por una membrana de barrera formando hueso nuevo. La membrana impedía que los tejidos blandos invadieran el espacio. En los últimos 20 años, la investigación sobre las diferentes membranas y materiales de injerto para mantenimiento del espacio ha reseñado que este procedimiento consigue un aumento de hueso satisfactorio, aunque con una importante reabsorción del hueso aportado²⁸.

El aspecto clave para que la ROG resulte satisfactoria es mantener un espacio por encima del hueso. Lo que ocurre es que la mayoría de las membranas no tienen suficiente rigidez como para resistir el colapso, por lo que se hace necesario establecer un soporte por debajo de las mismas. Para este propósito se han empleado mucho los injertos óseos de diferentes tipos, aunque la falta de evidencia científica impide determinar cual es el material que ofrece mejores resultados²⁹. Por otro lado, ciertos materiales de injerto pueden sufrir deformación bajo compresión lo que podría limitar el grado de aumento obtenido²⁸.

El mantenedor de espacio más fiable para la membrana es un soporte estructural verdadero. Desde los primeros años 90 se han publicado numerosos trabajos describiendo el uso de implantes sobresaliendo por encima de la cresta³⁰, pins o tornillos de osteosíntesis extendidos varios milímetros por encima de la cresta³¹⁻³⁴, una combinación de

implantes y pins³⁵ o columnas corticales³⁶ para dar soporte a las membranas. Todos estos enfoques se han demostrado satisfactorios para el aumento de rebordes. Particularmente notables son los resultados obtenidos con el empleo de pins o tornillos de osteosíntesis. Se han reseñado aumentos verticales y horizontales de altura alveolar de entre 3,5 y 7,0 mm, dependiendo el aumento medio de los milímetros de extensión de los pins por encima del hueso. Estos incrementos de altura y anchura alveolar son comparables, sino superiores, a los conseguidos con el empleo de injertos en bloque. Por otra parte, las ventajas del mantenimiento del espacio con tornillos de osteosíntesis incluyen el tiempo y facilidad de colocación de los tornillos, la mínima morbilidad, la implicación de un solo campo quirúrgico, y la aparente mínima reabsorción del hueso aportado, lo que conduce a un aumento neto de anchura y altura alveolar mayor que el conseguido con los procedimientos tradicionales de ROG sin mantenimiento del espacio mediante tornillos de osteosíntesis.

Las limitaciones de la cantidad de aumento conseguido mediante la tecnología de tornillos de osteosíntesis y ROG se asocian fundamentalmente a los tejidos blandos. Los tejidos finos, que están bajo tensión para obtener cierre primario, presentan el potencial de exposición de los tornillos durante la cicatrización. Esta exposición, reduce la cantidad de espacio sobre el hueso, disminuyendo así la cantidad final de aumento conseguido. Las exposiciones que nosotros hemos observado afectan solo a las cabezas de los tornillos y no parecen progresar o cambiar con el tiempo. El aflojamiento de los tornillos es raro en nuestra experiencia, y el efecto de este problema depende del tiempo que los tornillos han permanecido estables antes de su aflojamiento y antes de tener que ser retirados. La cirugía gingival previa al procedimiento de aumento para incrementar el tejido queratinizado y su grosor minimiza la exposición de las cabezas de los tornillos y el aflojamiento de los mismos.

Los casos que presentamos a continuación tenían rebordes alveolares típicos que requerían aumento para poder colocar los implantes en la posición adecuada. Estos casos muestran claramente el aumento que puede conseguirse con la tecnología de tornillos de osteosíntesis y los procedimientos tradicionales de ROG empleando varios materiales de injerto y membranas.

Presentación de casos

Caso 1

Un paciente de 46 años de edad acudió a consulta para reemplazar con implantes endóseos el primer premolar,

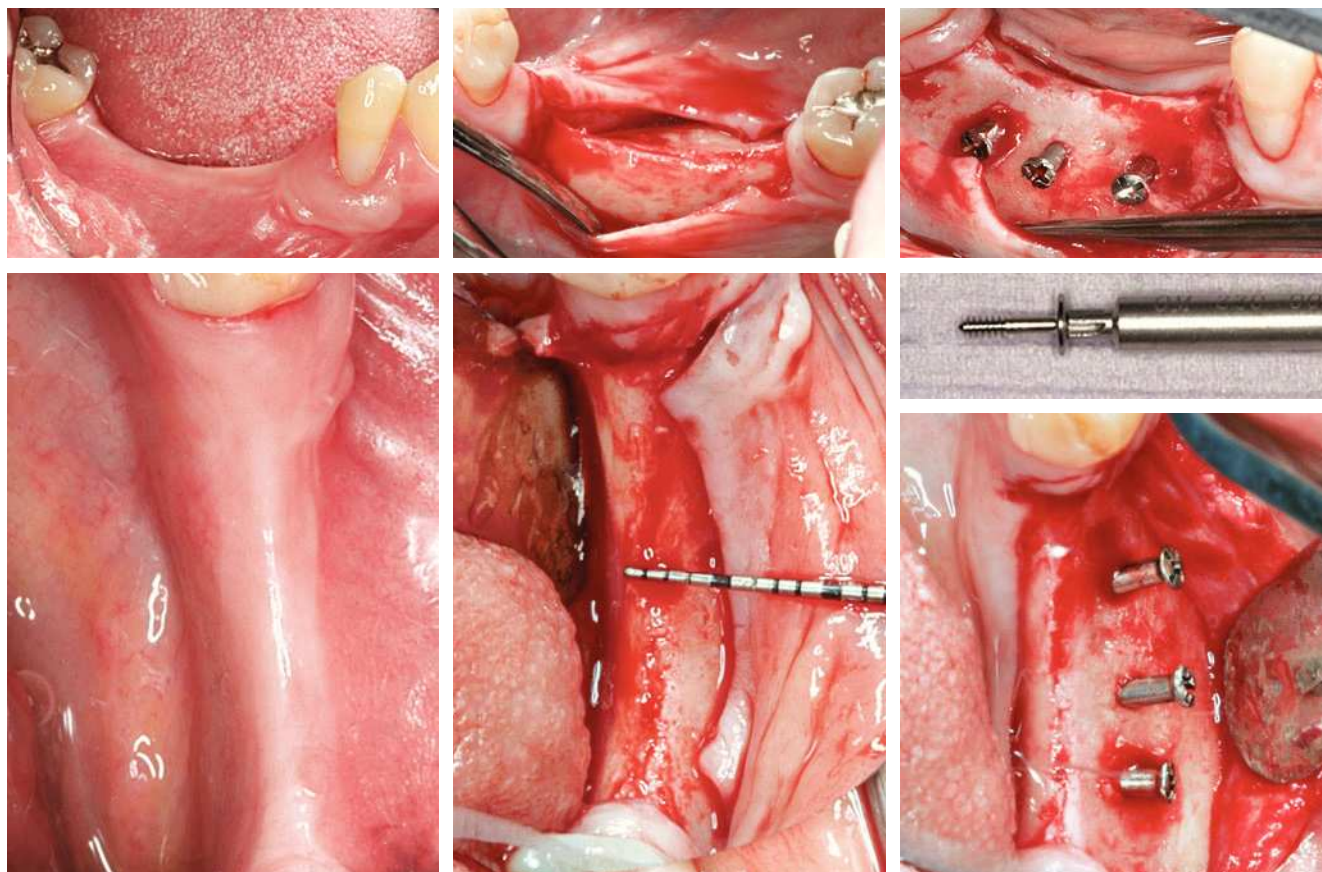


Figura 1. Reabsorción del reborde preoperatoria.

Figura 2. Reborde alveolar antes del aumento, después de levantar el colgajo.

Figura 3. Colocación de los tornillos de osteosíntesis.

segundo premolar y primer molar inferiores izquierdos perdidos. El reborde alveolar inferior había sufrido una reabsorción importante (fig. 1) y no presentaba una anchura suficiente para permitir una colocación adecuada de los implantes sin recurrir primero a procedimientos de aumento. Después de levantar un colgajo (fig. 2), se consiguió un aumento adecuado incrementando la anchura alveolar 4 mm mediante tres tornillos de osteosíntesis Osteomed (Osteomed); con una sonda periodontal se confirmaron los 4 mm (fig. 3). El procedimiento se completó con la colocación de un injerto DFDBA (Banco de tejidos de la Universidad de Miami) seguida de cobertura con una membrana Bioguide (Osteohealth) y cierre primario del colgajo mediante suturas Ethibond (Ethicon) (fig. 4).

Después de 6 meses de cicatrización sin problemas, se pudo observar el nivel de hueso en la tomografía computarizada (TC) con las cabezas de los tornillos de osteosíntesis (fig. 5). La posición del hueso se confirmó durante el procedimiento de reentrada para colocación de los implantes, lo que significaba un aumento de la an-

chura del reborde alveolar de 4 mm. Este aumento permitió el posicionamiento favorable de los tres implantes (fig. 6).

Caso 2

Una mujer de 54 años de edad requirió una rehabilitación del maxilar superior en la que se planificaron implantes para reemplazar el canino superior y primer premolar superior izquierdos perdidos. La adecuada colocación de los implantes requería aumento del reborde alveolar existente (fig. 7). El procedimiento de aumento se acometió mediante tornillos de osteosíntesis Osteomed extendidos 4 mm sobre la cara vestibular del hueso y atravesados por el fino alveolo hasta extenderse 2 mm en palatino (fig. 8), y un injerto óseo alógrafa Regenaform RT (Exactech) mezclado con Gem 21S (Osteohealth) (fig. 9) y cubierto por Ossix (Orapharma) y finalmente por una membrana Bioguide (fig. 10). Después de 6 meses de cicatrización sin problemas, la anchura del reborde había aumentado de forma significativa (fig. 11), per-

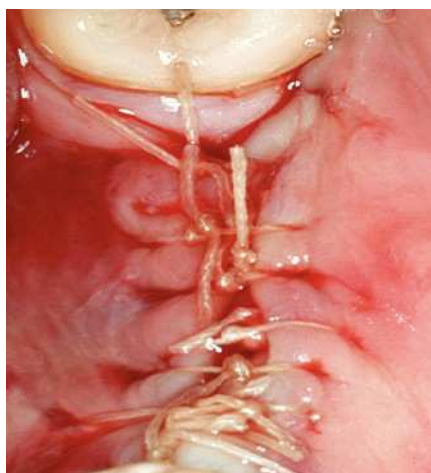
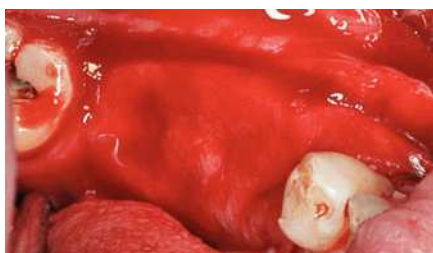


Figura 4. Injerto ROG-DFDBA, colocación de la membrana, y cierre primario del colgajo.

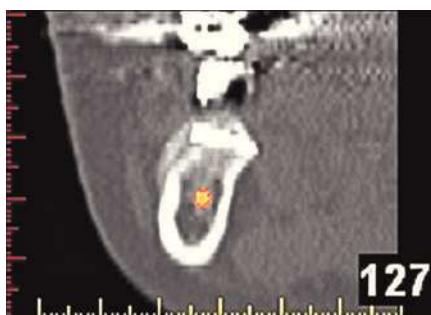


Figura 5. TAC que muestra imágenes transversales de los tornillos de osteosíntesis con formación de hueso nuevo después de 6 meses de cicatrización.

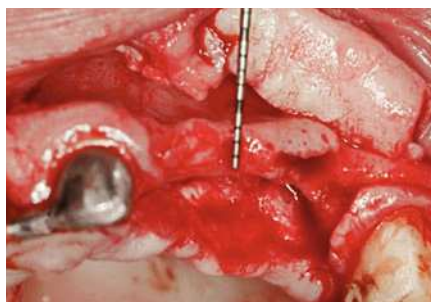
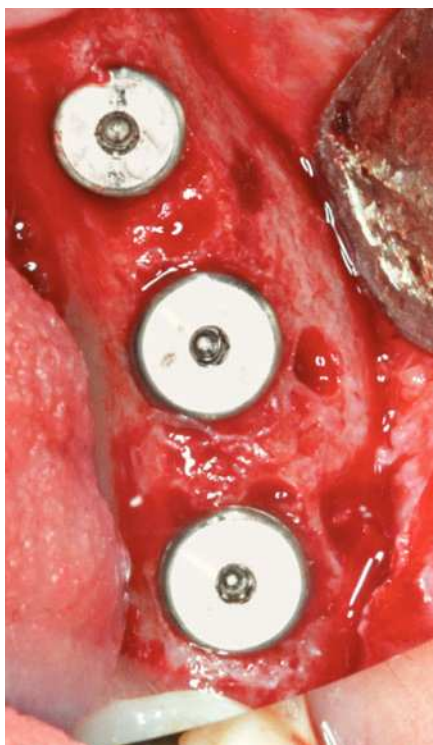
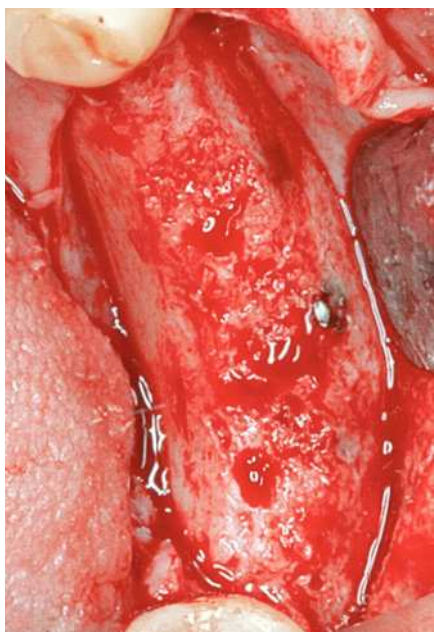


Figura 7. Reborde alveolar antes del aumento, después de levantar el colgajo.



Figura 8. Colocación de los tornillos de osteosíntesis.

Figura 6. (arriba y derecha) Reborde alveolar antes de retirar los tornillos de osteosíntesis y después de la colocación de los implantes endóseos.



Figura 9. Injerto endóseo. Regenaform RT y Gem 21S.

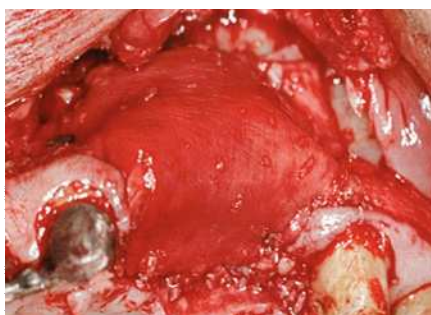


Figura 10. Colocación de la membrana.

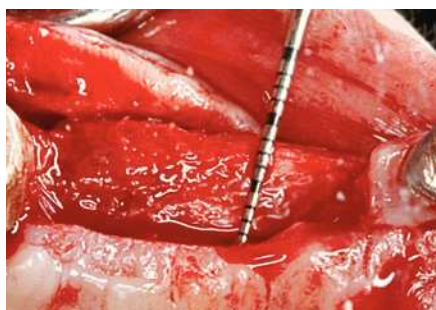


Figura 11. Imágenes oclusal y vestibular del reborde alveolar después de la cicatrización.

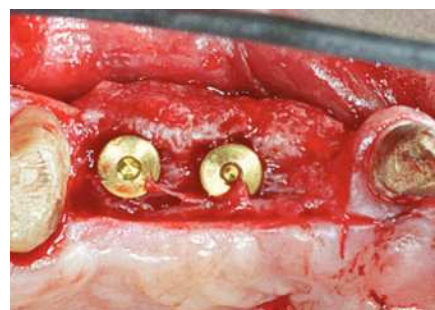


Figura 12. Colocación de los implantes endóseos.

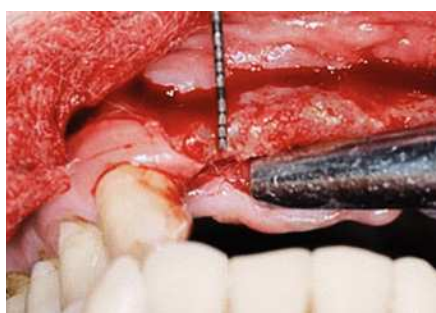


Figura 13. Reborde alveolar después de levantar el colgajo y TAC (antes del aumento).

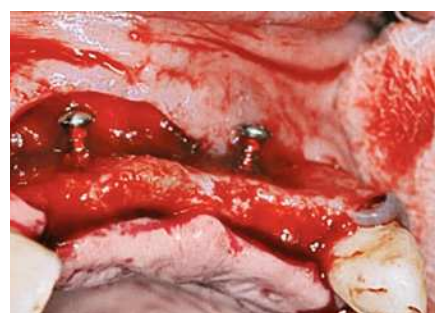


Figura 14. Colocación de los tornillos de osteosíntesis.

mitiendo la colocación adecuada de los dos implantes (fig. 12).

Caso 3

En 1997, una mujer de 58 años de edad con periodontitis agresiva generalizada había sufrido la extracción de sus incisivos superiores y posteriormente su reemplazo mediante una prótesis parcial provisional. En 2006, la paciente optó por el reemplazo de sus incisivos mediante implantes. Para la colocación adecuada de los implantes requirió aumento del reborde debido a la importante reabsorción que había sufrido (fig. 13). El protocolo de aumento se realizó con tornillos de osteosíntesis Ace

Surgical (fig. 14) y alógrafo Reneform RT (fig. 15) cubiertos con membranas Ossix y Bioguide (fig. 16). El aumento de la anchura del reborde después de 7 meses de cicatrización sin problemas (fig. 17), permitió la colocación adecuada de los implantes en la región de los incisivos superiores.

Conclusión

Estos tres casos ilustran la eficacia de la tecnología de tornillos de osteosíntesis para crear y mantener el espacio requerido para aumento de los rebordes alveolares en conjunto con los principios de la ROG. La cantidad de aumento empleando tornillos de osteosíntesis resultó equi-



Figura 15. Injerto Regenaform RT.

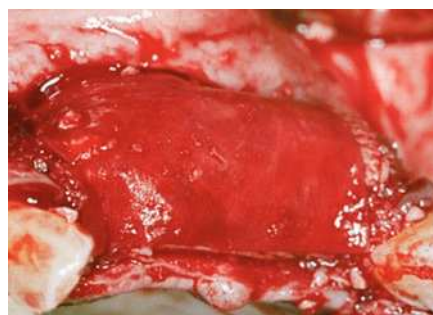


Figura 16. Colocación de la membrana.

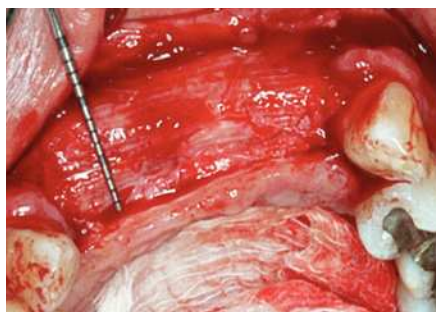


Figura 17. Imágenes oclusal y vestibular del reborde alveolar después de la catrización.

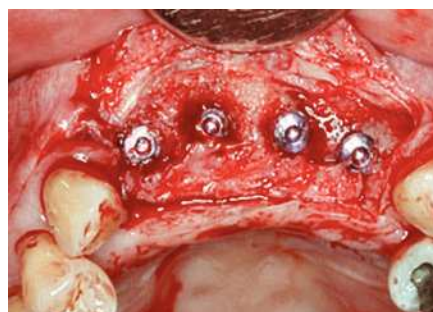


Figura 18. Implantes endóseos colocados.

valente a la anchura que probablemente se hubiera conseguido mediante injertos en bloque tipo onlay. Dadas las ventajas de la tecnología de tornillos de ostesosíntesis: menor tiempo del procedimiento, menor morbilidad, menor coste, e implicación de un solo campo quirúrgico, en la mayoría de los casos, parecería razonable seleccionar el uso de tornillos de ostesosíntesis con ROG como tratamiento de elección para el aumento del reborde.

Bibliografía

- Lam RV. Contour changes of the alveolar processes following extractions. *J Prosthet Dent* 1960;10:25–32.
- Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction—Part I. Normal healing. *Aust Dent J* 1963;8:428–433.
- Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. *Aust Dent J* 1969;14:241–244.
- Camargo PM, Lekovic V, Weinlaender M, et al. Influence of bioactive glass on changes in alveolar process dimensions after exodontia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:581–586.
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dentistry* 2003;23:313–323.
- Iasella JM, Greenwell H, Miller RL, et al. Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: A clinical and histologic study in humans. *J Periodontol* 2003;74:990.
- Ranger R, Jemt T, Jorneus L. Forces and moments on Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:241–247.
- Khraisar A, Abu-Hammad O, Dar-Odeh N, et al. Abutment screw loosening and bending resistance of external hexagonal implant system after lateral cyclic loading. *Clin Implant Rel Res* 2004;6:157–164.
- Thoma K, Hollard D. Atrophy of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1951;4:1477–1495.
- Curtis TA, Ware WH. Autogenous bone graft procedures for atrophic edentulous mandibles. *J Prosthet Dent* 1977;38:366–379.
- Terry BC, Albright JE, Baker RD. Alveolar ridge augmentation in the edentulous maxilla with use of autogenous ribs. *J Oral Surg* 1974;32:429–434.
- Misch C. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:767–776.
- Garg A. Bone Biology, Harvesting, Grafting for Dental Implants: Rationale and Clinical Applications. Chicago: Quintessence, 2004.
- Misch C. The harvest of ramus bone in conjunction with third molar removal for onlay grafting before placement of dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:1376–1379.
- Muller S, Glowacki J. Age-related decline in osteogenic potential of human bone marrow cell cultured in three-dimensional collagen sponges. *J Cell Biochem* 2001;82:583–590.
- Albrektsson T. Repair of bone grafts. A vital microscopic and histologic investigation in the rabbit. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1980;14:1–12.
- Philips JH, Rahn BA. Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone graft revascularization and bone deposition. *Plast Reconstr Surg* 1990;85:891–897.
- Cordaro L, Sarzi Amadè D, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:103–111.

19. Widmark G, Andersson B, Ivanoff CJ. Mandibular bone graft in the anterior maxilla for single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:106–109.
20. Proussaefs P, Lozada J. The use of intraoral harvested autogenous block grafts for vertical alveolar ridge augmentation: A human study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:351–363.
21. Aghaloo T, Moy P. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bone support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):49–70.
22. Jensen O, Pikos M, Simion M, et al. Bone grafting strategies for vertical alveolar augmentation. In: Miloro M (ed). *Larry Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery*, ed 2. Hamilton, Ontario: Decker, 2004.
23. Von Arx T, Cochran D, Hermann J, et al. Lateral ridge augmentation using different bone fillers and barrier membrane application. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:260–269.
24. Karring T, Nyman S, Lindhe J. Healing following implantation of periodontitis-affected roots into bone tissue. *J Clin Periodontol* 1980;7:96–105.
25. Nyman S, Karring T, Lindhe J, et al. Healing following implantation of periodontitis-affected roots into gingival connective tissue. *J Clin Periodontol* 1980;7:394–401.
26. Nyman S, Lindhe J, Karring T, et al. New attachment following surgical treatment of human periodontal tissue. *J Clin Periodontol* 1982;9:290–296.
27. Gottlow J, Nyman S, Karring T, et al. New attachment formation as the result of controlled tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1984;11:494–503.
28. Simon B, Von Hagen S, Deasy M, Faldu M, Resnansky D. Changes in alveolar bone height and width following ridge augmentation using bone graft and membranes. *J Periodontol* 2000;71:1774–1791.
29. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(suppl 2):136–159.
30. Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: What is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:220–229.
31. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29–45.
32. Becker W, Becker BE, McGuire MK. Localized ridge augmentation using absorbable pins and e-PTFE barrier membranes: A new surgical technique. Case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:48–61.
33. Doblin J, Salkin L, Mellado J, et al. A histologic evaluation of localized ridge augmentation utilizing DFDBA in combination with e-PTFE membranes and stainless steel pins in humans. *Int J Periodontics and Restorative Dent* 1996;16:120–129.
34. Mengel R, Flores-de-Jacoby L. Implants in regenerated bone in patients treated for generalized aggressive periodontitis: A prospective longitudinal study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:331–341.
35. 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.
36. Landi L. Ridge augmentation using demineralized freeze-dried bone allograft with barrier membrane and cortical columns. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:1223–1230.