

Distracción osteogénica alveolar. Puesta al día

Somoza Martín JM*, García García A**, Pérez-Sayáns García M*** y Reboiras López MD****

RESUMEN

La distracción osteogénica es una técnica quirúrgica que consiste en la formación de hueso mediante la osteotomía y estiramiento del hueso pre-existente. Fue desarrollada para el alargamiento de los huesos largos en la segunda mitad del siglo XX, fundamentalmente gracias a las aportaciones de Ilizarov, que describió los principios biológicos básicos de la distracción ósea. La aplicación de la distracción osteogénica al aumento del reborde óseo alveolar, se denomina distracción alveolar.

En el presente trabajo, describimos la aplicación clínica de la técnica de distracción alveolar: el protocolo de actuación y la temporalización del tratamiento; la técnica quirúrgica en la mandíbula y en el maxilar superior; la fase de distracción; el período de consolidación y finalmente, la colocación de los implantes. También se analizan los resultados de la técnica, haciendo hincapié en el seguimiento y pronóstico de los implantes colocados.

A pesar de que la distracción alveolar puede considerarse una técnica nueva, son muchos los estudios que en los últimos años han demostrado su eficacia, sobre todo para el aumento óseo vertical. En comparación con otras técnicas regenerativas, la distracción presenta una menor morbilidad, evita el uso de materiales de injerto y disminuye el tiempo global de tratamiento.

PALABRAS CLAVE: Distracción osteogénica, implantes dentales, distracción alveolar

ABSTRACT

Distraction osteogenesis is a surgical technique that involves the formation of bone by osteotomy and stretching pre-existing bone. It was developed for the elongation of the long bones in the second half of the twentieth century, primarily thanks to the contributions of Ilizarov, who described the basic biological principles of distraction osteogenesis. Applying distraction osteogenesis to increase alveolar bony ridge is called alveolar distraction.

In this paper, we describe the clinical application of alveolar distraction technique: the protocol and the timing of treatment, the surgical technique in the mandible and maxilla, the distraction period, the consolidation period and finally, implant placement. It also discusses the results of the technique, emphasizing monitoring and prognosis of the implants.

Although alveolar distraction can be considered a new technique, many studies in recent years have proven its effectiveness, especially for vertical bone augmentation. Compared with other regenerative techniques, distraction has lower morbidity, avoids the use of graft materials and reduces the overall treatment time.

KEYWORDS: Osteogenic distraction, dental implants, alveolar distraction osteogenesis

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la colocación de implantes dentales constituye una técnica habitual en la práctica odontológica diaria, para reponer los dientes perdidos. Sin embargo, en un gran número de situaciones clínicas,

no es posible realizar la implantación debido a limitaciones importantes en la oferta ósea. En estos casos es necesario recurrir a técnicas de aumento óseo, como los injertos de hueso, la regeneración ósea guiada o la elevación del seno maxilar. Entre estas técnicas, la última en incorporarse a la práctica clínica es la denominada distracción osteogénica alveolar (DOA).

La DOA consiste en la preparación por medio de osteotomía de dos superficies de hueso bien vascularizadas, que posteriormente son separadas o estiradas gradualmente por un dispositivo (distractor alveolar), originando nuevo hueso entre ellas.

El padre de la distracción osteogénica u osteodistracción es Gabriel Abramowitch Ilizarov (1921-1993). Este médico ruso está considerado el pionero en el desarrollo de la técnica de distracción de los huesos largos. Su trabajo dio lugar a más de 2000 publicaciones. Siguiendo

*Profesor Asociado. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Santiago de Compostela

**Profesor Titular de Cirugía Oral. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Santiago de Compostela. Jefe de Servicio de Cirugía Maxilofacial. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela.

***Profesora del Máster de Medicina Oral, Cirugía Oral e Implantología. Facultad de Odontología. Universidad de Santiago de Compostela.

Correspondencia autor: José Manuel Somoza Martín. Facultad de Odontología. C/ Entreríos s/n. 15782 - Santiago de Compostela

Correo electrónico: cinolo@gmail.com

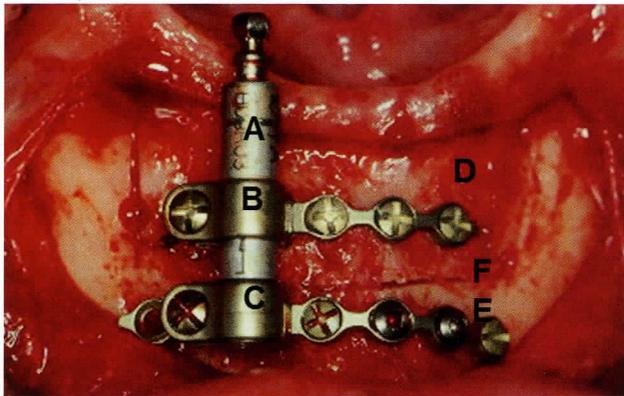


FIGURA 1

Imagen intraoperatoria donde se aprecian los diferentes componentes del distractor yuxtaóseo MODUS mdo 1.5/2.0 (Medartis®, Basilea, Suiza). A. Tornillo o vástago distractor. B. Placa fijadora transportadora. C. Placa fijadora basal. D. Segmento transporte. E. Hueso basal. F. Gap.

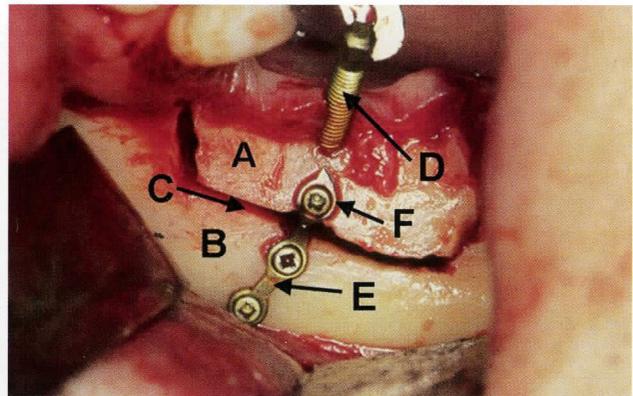


FIGURA 2

Imagen intraoperatoria que muestra los componentes del distractor intraóseo LEAD System (Leibinger®, Kalamazoo, EEUU). A. Segmento de hueso. B. Hueso basal. C. Gap. D. Tornillo distractor. E. Placa basal. F. Placa transportadora.

los resultados experimentales y clínicos obtenidos después de 40 años, Ilizarov estableció los principios básicos de la distracción¹⁻⁴:

- Preservación máxima de la médula y el periostio.
- Tiempo de latencia antes del alargamiento del hueso entre 7 y 14 días.
- Una tasa de distracción de 1 mm/día.
- Las trabéculas del hueso neoformado así como las fibras de colágeno son paralelas al vector de distracción.
- La importancia de la estabilidad primaria de los segmentos.
- El uso funcional de las extremidades afecta a la formación del callo y la osificación.

En la literatura inglesa su trabajo no se ve reconocido hasta los años 70 del siglo XX.⁵⁻⁷

La distracción alveolar es el resultado de aplicar los principios de distracción de Ilizarov para el estiramiento de los huesos largos, al reborde alveolar. Una ventaja importante de la distracción alveolar en comparación con otras técnicas de aumento óseo, es que no solo consigue ganancia de tejido óseo sino que, al mismo tiempo, los tejidos blandos también se van estirando de forma progresiva, consiguiéndose por tanto, un aumento gradual y simultáneo de los tejidos duros y blandos.

Aunque pronto fueron desarrolladas diferentes técnicas de distracción aplicadas al ámbito de la cirugía maxilofacial, no fue hasta la década de los noventa cuando se evalúan con éxito de forma experimental las posibilidades del uso de la distracción ósea en el alargamiento del reborde alveolar.⁸⁻¹⁰

Chin y Tooth en 1996, y Hidding et al., en 1998, son los primeros en describir la aplicación clínica en humanos de la distracción alveolar, presentando una nueva técnica de aumento del reborde alveolar, por medio de distractores intra-orales especialmente diseñados.¹¹⁻¹²

Existe una gran variedad de distractores disponibles en el mercado. De forma general, podemos clasificarlos en dos grandes grupos: yuxtaóseos e intraóseos. La mayoría de los trabajos coinciden en que el manejo de los intraóseos no solo es más sencillo, sino que ofrece mejores resultados clínicos.¹³

Los distractores yuxtaóseos (Figura 1) se colocan sobre la cortical del hueso maxilar o mandibular, por lo que necesitan un acceso más amplio. El primer distractor alveolar vertical yuxtaóseo, denominado Track I, fue diseñado por Hidding (Distractor Track, Gebruder Martin GmbH, Tutlingen, Alemania). Los primeros resultados publicados utilizando este distractor demuestran una media de aumento de 9,9 mm en nueve casos de alargamiento.¹²

Los distractores intraóseos (Figura 2) se caracterizan por atravesar el segmento óseo que se pretende distraer. El más representativo es el distractor LEAD System (Leibinger®, Kalamazoo, EEUU) que es además, uno de los sistemas más sencillos. Consta de dos miniplacas, una de transporte y otra basal o de estabilización, y un tornillo de rosca que actúa como tornillo guía o tornillo distractor propiamente dicho. Fue desarrollado por Chin y Tooth en 1996.¹¹ La placa transportadora se dobla y se coloca debajo y al lado del segmento transporte. El tornillo guía se coloca en la dirección del alargamiento, a través de la mucosa crestal, y atraviesa el segmento transporte y la placa transportadora, apoyando su punta en la placa basal, colocada sobre el hueso basal. Al ser girado, el tornillo guía enrosca en la placa transportadora obteniendo el movimiento vertical del segmento óseo.

Debido a la posibilidad de oscilación de los segmentos transporte mayores de 2 cm, García et al. en 2002 describen la utilización de dos distractores LEAD

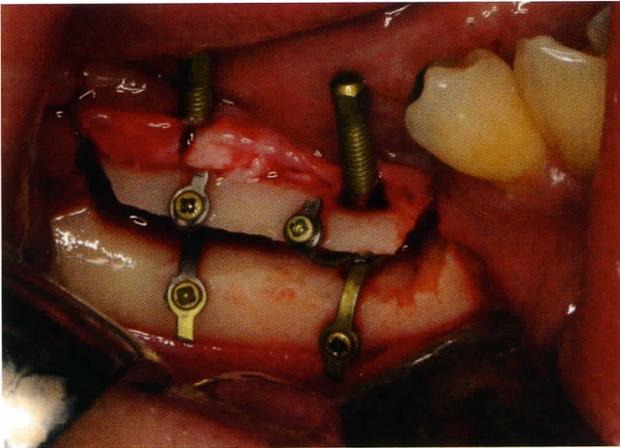


FIGURA 3

Imagen intraoperatoria en la que se aprecia el uso de dos distractores en el tratamiento de segmentos óseos largos, para conseguir su óptima estabilización. Esta técnica de doble distractor permite realizar una distracción no uniforme en aquellos casos donde necesitamos un mayor aumento óseo en uno de los extremos del segmento que en el otro.

System.¹⁴ Con dos distractores se asegura una mayor estabilidad del segmento, además de posibilitar la realización de una distracción asimétrica en cada extremo del mismo, pudiendo corregir de forma más precisa aquellos casos con reabsorción no uniforme del reborde alveolar (*Figura 3*).

También ha sido descrito el uso de la distracción alveolar para el aumento del reborde alveolar en anchura, o aumento horizontal de la cresta. Aparicio y Jensen en 2001 son los primeros en publicar un caso de distracción ósea alveolar horizontal.¹⁵ Posteriormente otros autores también describen variaciones de la técnica de distracción alveolar para permitir su aplicación al aumento en anchura del reborde alveolar,¹⁶ y han sido publicadas series de hasta 13 DOA horizontales con buenos resultados clínicos.¹⁷

¿CÓMO SE LLEVA A CABO EL TRATAMIENTO DE DISTRACCIÓN ALVEOLAR?

Indicaciones y contraindicaciones

La DOA está indicada en todas aquellas situaciones clínicas donde se precisa un aumento de hueso alveolar en altura para la posterior colocación de implantes, existiendo espacio protético suficiente o estando éste aumentado. Éste es un factor fundamental en la planificación, ya que como es lógico, a medida que conseguimos aumentar el volumen óseo, también vamos reduciendo el espacio protético de forma proporcional, dado que la dimensión vertical no varía. Por tanto, debe tenerse en cuenta que en aquellas situaciones donde de partida disponemos de un espacio protético normal

o reducido, no estará indicada esta técnica, dado que a medida que se produce la distracción, va desapareciendo dicho espacio, impidiendo así la correcta rehabilitación prostodóntica futura.¹⁸

Protocolo

El tratamiento de los pacientes que vamos a someter a distracción osteogénica, se lleva a cabo siguiendo el protocolo que se detalla en la *figura 4*.

Técnica quirúrgica

Para la descripción de la técnica quirúrgica, nos centraremos en el distractor LEAD System, que es con el que nos sentimos más familiarizados los autores, y con el que hemos llevado a cabo el mayor número de tratamientos.

1. Abordaje quirúrgico en la mandíbula. Se realiza una incisión paracrestal (desplazada ligeramente hacia vestibular), con descargas vestibulares divergentes. El colgajo mucoperióstico se despegue de la cara vestibular del hueso alveolar, dejando la encía queratinizada alveolar lo más intacta posible (*Figura 5*).

2. Preparación del segmento óseo. Se diseña un segmento de hueso con forma trapezoidal en el aspecto vestibular del reborde alveolar. La osteotomía se consigue, dependiendo del caso, utilizando material rotatorio, escoplos, sierras o cirugía piezoeléctrica. Se debe conseguir una movilidad completa del segmento de hueso pediculado al mucoperiostio lingual, que permita posteriormente realizar el desplazamiento producido por el distractor (*Figura 6*).

3. Colocación del distractor. Se coloca siguiendo el procedimiento descrito por Chin¹⁹ y modificado por García et al.²⁰ Se realiza un orificio a través del segmento de hueso con una broca a baja velocidad a través del que se introduce el tornillo distractor. A continuación se hacen roscar las primeras espiras de la rosca del tornillo distractor en la placa transportadora, fijándola al segmento de hueso con 1 ó 2 minitornillos. El extremo del tornillo transportador, que carece de espiras, se introduce en la placa basal, que se fija al hueso basal con 1 ó 2 minitornillos. El adecuado funcionamiento del dispositivo se verifica activando el tornillo distractor, y volviendo a situarlo a continuación en la posición inicial (*Figura 7*).

4. Abordaje quirúrgico en el maxilar superior: Se realiza una incisión paramarginal (desplazada ligeramente hacia palatino), despegando la fibromucosa palatina sin realizar descargas. Se respeta la inserción del mucoperiostio vestibular.

5. Preparación del segmento óseo. Se diseña un segmento de hueso con forma trapezoidal en el aspecto palatino del reborde alveolar, marcando los vértices con una fresa redonda pequeña. Debido a la menor densidad ósea del maxilar superior con relación a la mandíbula, normalmente es posible realizar la osteotomía de la

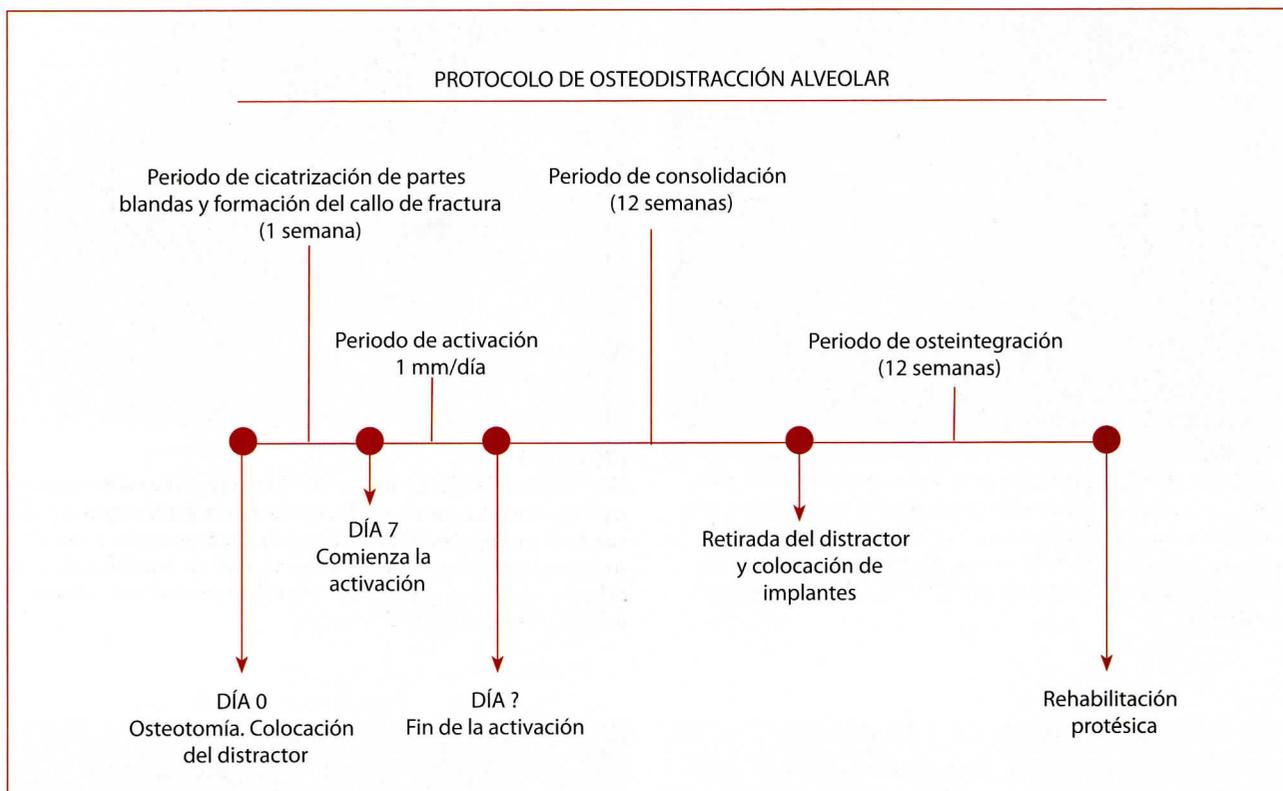


FIGURA 4

Protocolo y temporalización del tratamiento de distracción alveolar. Tras la colocación del distractor, respetamos una semana de cicatrización de partes blandas, tras la que comienza la distracción propiamente dicha, a un ritmo de 1 mm/ día. Una vez finalizada la distracción, esperamos un periodo de consolidación de 12 semanas, para finalmente, colocar los implantes dentales.

cortical vestibular usando escoplos finos. Se debe conseguir una movilidad completa del segmento de hueso pediculado al mucoperiostio vestibular, que permita posteriormente realizar el desplazamiento producido por el distractor.

6. Colocación del distractor. Se coloca siguiendo el procedimiento descrito por García et al.²¹ Se trata de la misma técnica descrita para la mandíbula, pero realizada desde el aspecto palatino del reborde alveolar del maxilar superior.

Fase de distracción

Activación del distractor. Tras un periodo de latencia de entre 7 y 10 días, necesario tanto para la formación del callo de fractura, como para la correcta cicatrización de los tejidos blandos, comienza la fase de distracción propiamente dicha. La tasa de la distracción comúnmente empleada oscila entre 0,5 mm y 1 mm cada 24 horas. La duración de esta fase de distracción dependerá del número de milímetros de nuevo hueso que pretendemos conseguir, de acuerdo con la planificación previa.

Fase de consolidación

Una vez conseguida la altura del reborde alveolar deseada, se mantiene el distractor en posición durante 3 meses, hasta conseguir la completa consolidación del hueso. Al igual que ocurre en el tratamiento de las fracturas óseas, es vital conseguir durante este periodo la total inmovilización de los segmentos, para permitir la correcta cicatrización del hueso neoformado.

Colocación de los implantes y periodo de osteointegración

Una vez finalizada la fase de consolidación, en el mismo acto quirúrgico se procede a la retirada de todos los componentes del distractor y a la colocación de los implantes (Figura 8). La colocación de los implantes se realiza siguiendo un procedimiento estándar. Del mismo modo, se respeta un periodo de osteointegración libre de carga siguiendo el protocolo habitual que empleamos en implantología, dependiendo de las condiciones particulares de cada caso (forma y tamaño de los implantes, calidad ósea, especificaciones del fabricante, etc.)

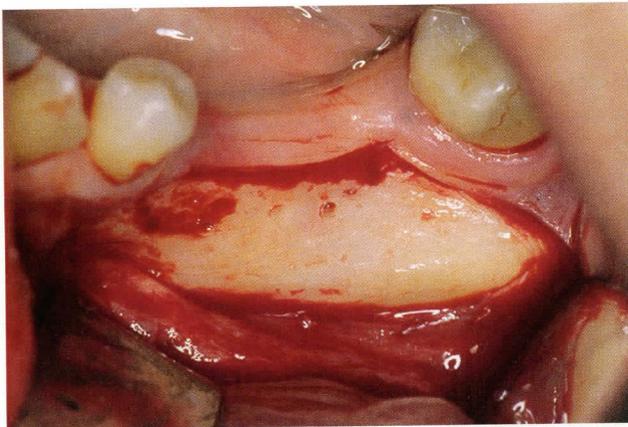


FIGURA 5
Detalle del abordaje quirúrgico en la región posterior de la mandíbula. Se realiza una incisión paracrestal desplazada ligeramente a vestibular con amplias descargas liberadoras laterales para conseguir un correcto acceso. Se levanta un colgajo mucoperiostíco a espesor total para exponer completamente la cortical externa mandibular.



FIGURA 6
Una vez completada la osteotomía, el segmento óseo debe quedar separado completamente del hueso basal pero perfectamente pediculado al mucoperiostio lingual, para asegurar su correcta vascularización. Debe comprobarse la ausencia total de interferencias con el hueso adyacente, que podrían impedir el movimiento normal del segmento durante la distracción.

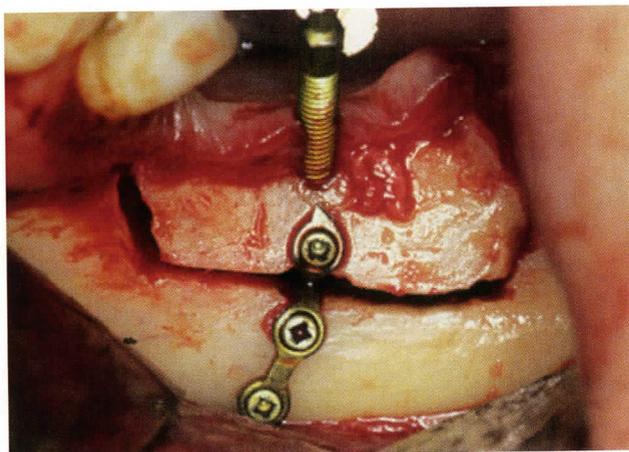


FIGURA 7
Detalle del distractor LEAD System una vez instalado. En este momento debe comprobarse el correcto funcionamiento del dispositivo, activándolo los primeros 3 ó 4 milímetros y devolviéndolo nuevamente a su posición inicial.

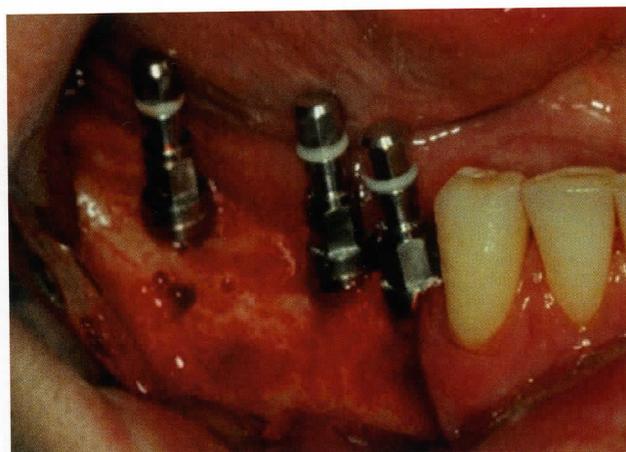


FIGURA 8
Imagen operatoria de la colocación de implantes tras la realización de distracción osteogénica con dos distractores LEAD system en el sector posterior derecho de la mandíbula.

Seguimiento, evolución y pronóstico

Hasta la fecha, la gran mayoría de los estudios que evalúan el comportamiento de los implantes colocados en hueso alveolar sometido previamente a distracción, concluyen que se comportan de un modo muy similar a aquellos colocados sobre hueso no regenerado previamente. Chiapasco et al. encuentran un éxito acumulado de un 100% y una tasa de éxito de un 94% de los 34 implantes colocados en el hueso distraído hasta los 3 años después de la carga.²² Jensen et al. encuentran la

pérdida de 8 de los 84 implantes colocados en los casos más complejos de distracción alveolar en el maxilar superior anterior.²³

Diferentes estudios han evaluado la pérdida ósea periimplantaria en hueso sometido a distracción alveolar. Podemos citar los resultados de Chiapasco et al. en 2001, sobre 26 implantes de dos sistemas diferentes. El seguimiento comprende un año de carga funcional, con una media de reabsorción de 1.3 mm.²² Este mismo autor en 2004, se plantea el mismo objetivo y muestra

una serie de 138 implantes con un tiempo de seguimiento entre 1 y 4 años. La media de reabsorción ósea fue de 0,8 mm, 1,1 mm, 1,2 mm y 1,4 mm, al año, dos, tres y cuatro años de carga respectivamente. La tasa de supervivencia fue del 100% y la de éxito de 94,2%.²⁴ En 2007, Polo et al. hallan una media de reabsorción de 1,9 mm un año después de la carga funcional, en un total de 34 implantes colocados en mandíbula posterior, y reconstruidos a través de DOA. La tasa de supervivencia fue del 94,1%.²⁵ Perez-Sayans et al. reportan una media de reabsorción ósea de 0,64 mm en 37 implantes, con una tasa de supervivencia del 100%.²⁶ Con el paso de los años, y tras analizar el seguimiento de un mayor número de implantes en un periodo mayor de tiempo, hemos seguido observando un comportamiento de los implantes muy similar al observado en tratamientos sobre hueso no aumentado.²⁷⁻²⁸

En la actualidad, disponemos de abundante documentación científica que confirma el buen pronóstico a largo plazo de los implantes colocados sobre hueso sometido a DOA, tanto en cuanto a cifras de supervivencia como de éxito de los implantes colocados. Kim et al. en 2013 comparan las técnicas de DOA e injertos libres de hueso y concluyen que ambas técnicas consiguen buenos resultados en el aumento óseo, con algo de ventaja para la DOA en términos de ganancia total. En ambos grupos las cifras de supervivencia y éxito a largo plazo de los implantes son satisfactorias, también con cierta ventaja para el grupo de la DOA.²⁹

Espósito et al. en una revisión sistemática de la literatura llevada a cabo en 2009, concluyen que la DOA permite un mayor aumento óseo vertical que otras técnicas, aunque reconocen que se basan en un número reducido de estudios, con casuística baja y, a menudo, con un seguimiento a corto plazo de los pacientes.³⁰

CONCLUSIÓN

La distracción osteogénica alveolar es una técnica de reciente implantación en nuestro repertorio de opciones quirúrgicas para el tratamiento de los maxilares atróficos. Al contrario que otras técnicas de aumento óseo, como los injertos autólogos monocorticales, la elevación del seno maxilar o las técnicas de regeneración ósea guiada, cuyo uso hoy en día está basado en una evidencia científica fuera de toda duda, los resultados de la técnica de distracción alveolar todavía no están apoyados en un soporte bibliográfico amplio por lo que no pueden considerarse del todo concluyentes. También es evidente la gran controversia que existe entre los resultados que se encuentran en la literatura, posiblemente porque en la rehabilitación implantosoportada influye más de un parámetro aislado. De hecho, parece claro que en el éxito de este tipo de tratamientos, interviene un conjunto de factores como las dimensiones del reborde alveo-

lar, la dirección de las fuerzas oclusales, la extensión de la prótesis y el número de implantes que la sostienen, la proporción corona-implante, la salud de los tejidos periimplantarios, la higiene bucal, y los hábitos perjudiciales, así como una estricta fase de mantenimiento.

Sin embargo, las ventajas inherentes a esta técnica, no solo en términos de disminución de morbilidad, sino también en cuanto a la ausencia de antigenicidad y de riesgos de infección cruzada de los diferentes tipos de biomateriales; la proliferación de tejidos blandos acompañando a la formación de hueso; la disminución del tiempo global de tratamiento;..., la posicionan en un lugar favorable a la hora de convertirse en una de las técnicas de elección en un futuro cercano, una vez que se perfeccionen ciertos inconvenientes técnicos que nos permitan reducir las complicaciones asociadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 1988;48:1-11.
2. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop* 1989;238:249-281.
3. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 1989;239:263-285.
4. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop* 1990;250:8-26.
5. Liberman SB, Semenova VD. Investigation of the strength and rigidity of Kirschner spokes in the apparatus of G. A. Ilizarov. *Biomed Eng (NY)* 1974;7:226-227.
6. Fishbane BM, Riley LH Jr. Continuous trans-physeal traction: a simple method of bone lengthening. *Johns Hopkins Med J* 1976;138:79-81.
7. Alho A, Bang G, Karaharju E, Armond I. Filling of a bone defect during experimental osteotaxis distraction. *Acta Orthop Scand* 1982; 53:29-34.
8. Block MS, Stover JD, Daire J, Misuraca V, Matthews M. Mandibular distraction osteogenesis in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1991;49 Suppl 1:99-100.
9. Nishimura T, Jinbo M, Ikeda H, Sasaki M, Nara J, Toriyabe Y. Study on ridge augmentation by callus distraction (callotaxis). *Jpn J Oral Maxillofac Surg* 1992;38:1357-1363.
10. Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:151-156.
11. Chin M, Toth BA. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54:45-53.
12. Hidding J, Lazar F, Zoller JE. Initial outcome of vertical distraction osteogenesis of the atrophic alveolar Ridge. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999;3 Suppl1:79-83.
13. Perdijk FB, Meijer GJ, Krenkel Ch, Koole R. The use of intra-osseous versus extra-osseous distraction devices in atrophic mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;41(4):521-526.
14. García A, Somoza M, Gandara P, Lopez J. Alveolar ridge osteogenesis using 2 intraosseous distractors: uniform and nonuniform distraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:1510-1512.
15. Aparicio C, Jensen OT. Alveolar ridge widening by distraction osteogenesis: a case report. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13:663-668.
16. García A, Somoza M, Gandara P, Saulacic N, Gandara J. Horizontal alveolar distraction: a surgical technique with the transport segment pedicled to the mucoperiosteum. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62: 1408-1412.
17. Yamauchi K, Takahashi T, Nogami S, Kataoka Y, Miyamoto I, Funaki K. Horizontal alveolar distraction osteogenesis for dental implant: long-term results. *Clin Oral Implants Res* 2013;24(5):563-568.

18. García A, Somoza M, Gandara P, Saulacic N, Gandara J. Alveolar distraction before insertion of dental implants in the posterior mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003;41:376-379.
19. Chin M. Distraction osteogenesis for dental implants. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 1999;7:41-63.
20. García A, Somoza M, Gandara P, Lopez J. Minor complications arising in alveolar distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:496-501.
21. García AG, Martín MS, Vila PG, Saulacic N, Rey JM. Palatal approach for maxillary alveolar distraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:795-798.
22. Chiapasco M, Romeo E, Vogel G. Vertical distraction osteogenesis of edentulous ridges for improvement of oral implant positioning: a clinical report of preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:43-51.
23. 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.
24. Chiapasco M, Consolo U, Bianchi A, Ronchi P. Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A multicenter prospective study on humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:399-407.
25. Polo WC, de Araujo NS, Lima YB, Joly JC, Sendyk WR, Cury PR. Peri-implant bone loss around posterior mandible dental implants placed after distraction osteogenesis: preliminary findings. *J Periodontol* 2007;78:204-208.
26. Perez-Sayans M, Fernandez-Gonzalez B, Somoza-Martín M, Gándara-Rey JM, García-García A. Peri-implant bone resorption around implants placed in alveolar bone subjected to distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:787-790.
27. Pérez-Sayáns M, León-Camacho ML, Somoza-Martín JM et al. Dental implants placed on bone subjected to vertical alveolar distraction show the same performance as those placed on primitive bone. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013;18(4):686-692.
28. Zwetyenga N, Vidal N, Ella B, Siberchicot F, Emparanza A. Results of oral implant-supported prostheses after mandibular vertical alveolar ridge distraction: a propos of 54 sites. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012;114(6):725-732.
29. Kim JW, Cho MH, Kim SJ, Kim MR. Alveolar distraction osteogenesis versus autogenous onlay bone graft for vertical augmentation of severely atrophied alveolar ridges after 12 years of long-term follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013;116(5):540-549.
30. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants - a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol*. 2009;2(3):167-184.