

Metodologías clínicas para conseguir estabilidad primaria en implantes dentales

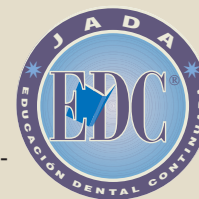
Efectos de la densidad ósea del reborde alveolar

John Cavallaro Jr., Ben Greenstein, Gary Greenstein

Con frecuencia, la densidad de los huesos maxilares está relacionada con la posición en el arco facial.^{1,2} Por ejemplo, normalmente, la mayor densidad ósea se localiza en la cara anterior de la mandíbula, seguida del hueso intermaxilar y el sector posterior de la mandíbula. Por otra parte, la zona de menor densidad es el sector posterior del maxilar.³ Sin embargo, puede haber variaciones en la densidad ósea en todas las localizaciones.⁴ Así pues, los clínicos deben validar su valoración subjetiva de la densidad ósea mientras realizan el fresado del lecho óseo, ya que la densidad en el lugar del implante es un factor determinante del protocolo quirúrgico y la osteointegración (Figura 1).^{5,6} Concretamente, los clínicos utilizan la valoración táctil subjetiva de la densidad ósea para decidir sobre la profundidad y anchura de la osteotomía, el diseño del implante,⁷ el tiempo de cicatrización,^{8,9} el avellanado, la carga inmediata de los implantes,¹⁰ la utilización de las diferentes anchuras de la plataforma implantaria¹¹ y en qué momento iniciar la carga de los implantes.

La mayoría de los sistemas publicados distinguen cuatro niveles diferentes de calidad ósea (Tabla);¹²⁻¹⁶ sin embargo, cuando se practica una osteotomía, no es posible distin-

RESUMEN



Objetivo. Los autores revisaron la literatura con el fin de determinar cómo influye la densidad ósea del reborde alveolar en las técnicas clínicas diseñadas para conseguir la estabilidad primaria del implante.

Tipos de estudios revisados. Los autores revisaron artículos publicados que examinan la estabilidad primaria de los implantes dentales. Combinaron los resultados de estos estudios con los de su propia experiencia clínica con el fin de producir la información proporcionada en este artículo.

Resultados. Los autores presentan información práctica sobre densidad ósea con el fin de dar ejemplos en los que se necesita modificar el protocolo de colocación del implante. También han estudiado métodos para aumentar la estabilidad primaria en función de la densidad del reborde alveolar en el lugar del implante.

Implicaciones clínicas. Para mejorar la estabilidad primaria del implante, el protocolo debe modificarse dependiendo de la densidad ósea.

Palabras clave. Protocolos clínicos, implantes dentales.

© 2010 American Dental Association. Todos los derechos reservados. Traducido por Spanish Publishers Associates, Madrid, España, con permiso de American Dental Association. JADA 2009;140(11):1366-1372.

El Dr. Cavallaro es profesor clínico asociado del Departamento de Periodontología e Implantología de la facultad de Odontología de la Universidad de Nueva York. Ejerce la práctica privada en implantología quirúrgica y prostodoncia en la ciudad de Nueva York. Dirigir las solicitudes de reimpresión al Dr. Cavallaro, 315 Ave. W, Brooklyn, NY 11223. Correo electrónico: DocSamurai@si.rr.com.

El Dr. Ben Greenstein ejerce la práctica privada de la implantología quirúrgica y la periodoncia en Freehold, Nueva Jersey.

El Dr. Gary Greenstein es profesor clínico asociado del Departamento de Periodontología e Implantología de la facultad de Odontología de la Universidad de Nueva York. Ejerce la práctica privada en implantología quirúrgica y periodoncia en Freehold, Nueva Jersey.

guir claramente entre todos estos grados de densidad ósea. Por ejemplo, Trisi y Rao¹⁷ han comparado las estimaciones hechas por los clínicos al realizar implantes con la valoración histomorfométrica en cilindros de hueso. Los clínicos pudieron distinguir entre los grados 1 y 4 de densidad ósea, pero confundieron los otros tipos de hueso (tipo

2 y tipo 3). Por lo tanto, consideramos que es importante distinguir tres niveles de densidad ósea en los maxilares: duro, medio y blando.

A partir de estos resultados, presentamos en este artículo recomendaciones para modificar el protocolo de fresado en función de la densidad ósea. Asimismo, describimos cómo se puede de-

terminar el grado de densidad ósea con una fresa espiral de 2 mm de diámetro y cómo se puede utilizar esta información para alterar el fresado del lecho óseo y el diseño del implante.

TIPOS DE HUESO Y SU INFLUENCIA EN EL PROTOCOLO DE FRESADO

Discutimos tres situaciones en las que la densidad ósea influye en el procedimiento de fresado. Las siguientes recomendaciones prácticas se basan en la percepción del clínico al realizar el fresado del lecho óseo. La fresa espiral de 2 mm permite apreciar la calidad del hueso y facilita la delineación de la cantidad de hueso cortical y la estimación de la densidad del hueso trabecular.

■ El tipo denso (Td) es hueso cortical que abarca la totalidad o la mayoría de la longitud del implante, o una capa de hueso cortical seguida de un compartimento medular que proporciona notable resistencia al fresado cuando se aplica la fresa espiral de 2 mm. Normalmente este tipo de hueso existe en la cara anterior de la mandíbula.

■ El tipo medio (Tm) es una capa de hueso cortical de aproximadamente 2-3 mm de longitud seguida de un compartimento medular que proporciona una resistencia limitada al fresado cuando se emplea la fresa espiral de 2 mm. Con frecuencia el Tm se detecta en la región anterior del maxilar y en el área posterior de la mandíbula, pero en ocasiones, se encuentra también en la región anterior de ésta.

■ El tipo blando (Ts; *soft type*) consiste en una capa de hueso cortical mínimo o inapreciable y hueso medular de mala calidad. El Ts se aprecia principalmente en la región posterior del maxilar.

Los criterios para la definición del Tm como una capa de hueso cortical de aproximadamente 2 a 3 mm se basan en diversos factores. Los resultados de varios estudios han indicado que la estabilidad primaria del implante, un factor crítico para conseguir la osteointegración,^{18,19} está directamente relacionada con el grosor del hueso cortical.²⁰⁻²⁴ En relación a esto, Motoyoshi y cols.,^{25,26} en el estudio de los microimplantes en ortodoncia (1,6 mm de diámetro), han recomendado que el hueso cortical tenga un grosor mínimo de 1,0 mm para conseguir la estabilidad del implante. Por lo tanto, si el clínico coloca una plataforma de implante a nivel de la cresta alveolar y, sobre aquella, coloca el pilar, se produce la reabsorción de entre 1,5 y 2 mm de la cresta ósea marginal para facilitar la regeneración de la anchura biológica.^{27,28} Así pues, es necesario que, inicialmente, haya presentes al menos 3,0 mm de hueso

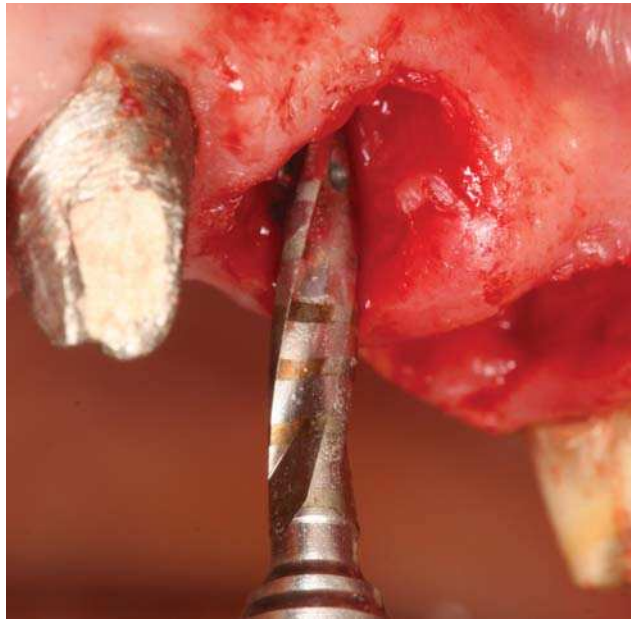


Figura 1. Representación intraoral de una fresa espiral de 2 milímetros en una osteotomía. La percepción táctil puede proporcionar al clínico información crítica sobre la densidad ósea en el sitio del implante.

cortical para garantizar que quedará al menos 1,0 mm de hueso cortical tras la colocación del pilar sobre la plataforma del implante. Asimismo, otro autor ha indicado que los tipos 2 (D2) y 3 (D3) de hueso se asocian con un grosor de hueso cortical de 2,5-4 mm y 1,5-2 mm, respectivamente.²⁹

La distinción entre los tres tipos de hueso es relativamente fácil, y el uso de esta información puede ayudar en la creación de la osteotomía. En general, las diferencias locales a nivel del hueso cortical son más regulares que las variaciones del hueso esponjoso, y pueden ser más significativas para la estabilidad inicial del implante.¹⁸ Antes de explicar las alteraciones del protocolo de fresado en función de la densidad ósea local, vamos a describir algunos conceptos relevantes: “anchura biológica”, avellanado y *platform switch*. A continuación, discutiremos las implicaciones prácticas de los huesos Td, Tm y Ts.

TERMINOLOGÍA Y TÉCNICAS

Anchura biológica. El término “anchura biológica”, se refiere a la inserción epitelial y tejido con-

ABREVIATURAS. D1: Hueso cortical denso. **D2:** Hueso cortical entre denso y poroso y hueso trabecular denso. **D3:** Hueso cortical poroso y hueso trabecular fino. **D4:** Poco hueso cortical y hueso trabecular fino. **Td:** Tipo denso. **Tm:** Tipo medio. **Ts:** Tipo blando.

TABLA

Densidad ósea y localizaciones frecuentes*

NIVEL DE DENSIDAD ÓSEA†	HISTOLOGÍA	LOCALIZACIÓN HABITUAL	SENSACIÓN TÁCTIL
D1	Hueso cortical denso	Zona anterior de la mandíbula (6%), zona posterior de la mandíbula (3%)	Como si se fresara madera de roble o arce
D2	Hueso cortical de denso a poroso y hueso trabecular denso	Zona anterior de la mandíbula (66%), zona posterior de la mandíbula (50%), zona anterior del maxilar (25%)	Como si se fresara madera de pino o abeto
D3	Hueso cortical poroso y hueso trabecular fino	Zona anterior del maxilar (65%), zona posterior del maxilar (50%)	Como si se fresara madera de balsa
D4	Poco hueso cortical y hueso trabecular fino	Zona posterior del maxilar (40%)	Como si se fresara poliestireno

* Fuentes: Misch¹⁴ y Misch.¹⁶
 † D1: Hueso cortical denso. D2: Hueso cortical entre denso y poroso y hueso trabecular denso. D3: Hueso cortical poroso y hueso trabecular fino. D4: Poco hueso cortical y hueso trabecular fino.

juntivo que se genera sobre el margen óseo en el espacio en torno al implante. Normalmente, tiene un espesor o altura de 1,5 a 2,0 mm. Los investigadores utilizan también el término “anchura biológica horizontal”, que mide aproximadamente 1,3 mm.³⁰ Este término hace referencia a la reabsorción lateral del hueso periimplantario que se produce cuando el espacio entre implantes es menor de 3 mm.

La anchura biológica vertical puede formarse a nivel subcrestal o supracrestal dependiendo del tipo de implante y de su posición inicial en el hueso. Por ejemplo, si se inserta el implante en la cresta ósea y se coloca un pilar de cicatrización, se producirá la reabsorción de entre 1,5 y 2,0 mm de hueso para permitir el desarrollo de la anchura biológica subcrestal.²⁷⁻²⁸ Sin embargo, si se utiliza un implante transgingival, la anchura biológica se formará a nivel supracrestal. Como ya se ha dicho, éste es el motivo por el que consideramos que una capa de hueso cortical de 2,0 a 3,0 mm es el criterio definitorio del hueso Tm. Si, al regenerarse la anchura biológica, se reabsorben de 1,5 a 2,0 mm de hueso verticalmente y se conserva aproximadamente 1,0 mm de hueso cortical, el implante se mantendrá suficientemente estable como para permitir la osteointegración.

Avellanado. La plataforma es la parte del implante sobre la que se ajustan los aditamentos protésicos. Su superficie suele ser lisa con el fin de inhibir la fijación de bacterias y su diseño suele ser de cuello pulido. En algunos implantes, la plataforma es más ancha que el cuerpo del implante.

Si se coloca la plataforma a nivel de la cresta ósea, puede utilizarse el avellanado para agrandar la osteotomía a nivel de la capa de hueso cortical y facilitar la colocación. Sin embargo, este método puede disminuir la estabilidad primaria del implante.³¹ Si se coloca la plataforma a nivel subcrestal, la anchura biológica también se generará a nivel subcrestal y se producirá la reabsorción de entre 1,5 y 2,0 mm de hueso cortical en torno al *microgap*.²⁷⁻²⁸

Platform switch. El concepto de *platform switch* se refiere al uso de un pilar de menor diámetro que la plataforma del implante.³² Este método facilita el desarrollo de parte de la anchura biológica sobre la plataforma del implante y reduce la pérdida

ósea.³² Por lo tanto, si la cantidad de hueso cortical es limitada, el *platform switch* puede ayudar a preservar la cortical y, así, aumentar la estabilidad primaria.¹¹ Este método puede ser útil en cualquier tipo de hueso, pero resultará especialmente beneficioso cuando el hueso cortical es escaso, ya que esta metodología se asocia con menor pérdida ósea (Figura 2).³³ En relación con esto último, Cappiello y cols.³⁴ han observado que la pérdida ósea vertical en implantes colocados con *platform switch* varía entre 0,6 y 1,2 mm (media, 0,95 mm), mientras que cuando no se hace uso de este método, la pérdida ósea oscila entre 1,3 y 2,1 mm (media, 1,67 mm).

PROTOCOLOS DE FRESADO E IMPLICACIONES CLÍNICAS

Hueso Td. En hueso Td, se debe utilizar una fresa redonda o piloto para iniciar el fresado del lecho; pasándose después a utilizar la fresa espiral de 2 mm de diámetro. Debe medirse la cantidad de hueso cortical antes de llegar al hueso esponjoso. El hueso Td es de perforación difícil en toda la longitud de la osteotomía. Puede apreciarse la mayor dureza de la capa cortical, pero el compartimento medular seguirá ofreciendo una resistencia considerable. Es fácil que en este tipo de hueso se produzca sobrecalentamiento; por lo tanto, deberán usarse fresas nuevas con irrigación abundante y haciendo presión intermitente.³⁵ Por otro lado, el hueso Td experimenta una pequeña expansión, por lo que la osteotomía final deberá ajustarse lo más posible al diámetro del implante. Puede que



Figura 2. El pilar de cicatrización sobre el implante más posterior (sitio 19) constituye un ejemplo de *platform switch* (el pilar tiene un diámetro menor que la plataforma del implante). En este ejemplo, se produce una menor reabsorción de la cresta ósea marginal, con la formación del sellado biológico; lo cual resulta beneficioso porque la capa de hueso cortical tiene poco espesor.

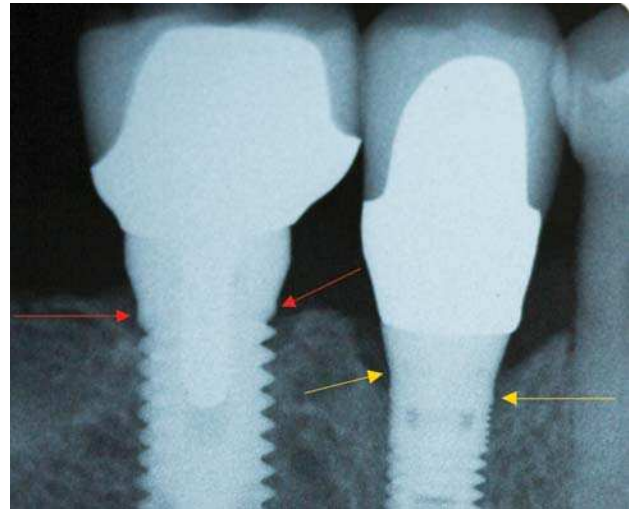


Figura 3. Plataforma colocada en posición supracrestal (sitio 30, flechas rojas) y plataforma colocada en posición subcrestal (sitio 29, flechas amarillas). Adviértase que la cresta ósea marginal es más alta en el primer caso, y el sellado biológico se ha formado a nivel supracrestal. Sin embargo, en el segundo ejemplo, el nivel óseo se encuentra en posición más apical y el sellado biológico se ha formado a nivel subcrestal.

sea necesario labrar la rosca con el macho de terraja, pero con los modernos implantes autorros-cantes no suele hacer falta. Si se utiliza una pieza de mano, un torque de 40 newton/cm será suficiente para insertar el implante en su mayor parte. Puede ser razonable enroscar dos o tres vueltas a mano, pero no se recomienda insertar a mano todo el implante por el peligro de generar torques demasiado grandes. Si se nota una excesiva resistencia a la inserción, deberá retirarse el implante y agrandar la osteotomía.

En hueso Td, los implantes pueden colocarse en posición supracrestal, crestal o subcrestal (con avellanado) (Figura 3). La ubicación del plano apico-coronal depende de varios factores: el perfil de emergencia de la restauración, el espacio interoclusal y el tipo de restauración.³⁶ Debido a que el hueso Td proporciona sujeción mecánica en toda, o casi toda, la longitud del implante, la formación del sellado biológico no compromete la estabilidad inicial de los implantes. Asimismo, estos implantes son apropiados para carga, no oclusal y oclusal, inmediata (particularmente con ferulización en arco cruzado).^{10,37} Además, la interfase implante-hueso considerablemente extensa permite soportar las fuerzas oclusales aunque el implante no sea muy largo.¹²

Hueso Tm. En hueso de calidad media, se nota una clara disminución de la resistencia al fresado una vez se ha atravesado totalmente el hueso cortical; sin embargo, sí se aprecia resistencia al paso

de la fresa espiral por la cortical, y se hace evidente la distancia desde la cresta ósea hasta el compartimento medular, que puede medirse con una sonda periodontal roma. Cuando el hueso cortical tiene una altura aproximada de 3 mm, y el hueso medular ofrece una resistencia al fresado que es claramente menor, recomendamos las siguientes modificaciones en el protocolo de fresado e inserción:

- preparar la osteotomía con un diámetro menor que el del implante (Bahat³⁸);
- insertar un implante cónico en una osteotomía subpreparada, porque en hueso menos denso, este sistema proporciona compresión ósea (Turkyilmaz y cols.³⁹);
- eliminar el avellanado del proceso para evitar que se reduzca el hueso cortical y, posiblemente, la estabilidad primaria;
- colocar el implante en posición supracrestal para evitar perder hueso cortical;
- en la porción coronal de la osteotomía, utilizar una fresa cuyo diámetro se aproxime al del implante; y en la porción apical, aplicar una preparación mínima.

Normalmente, y si se siguen estas recomendaciones, se puede colocar un pilar de cicatrización o una restauración provisional con carga no oclusal. Con carga no oclusal, se reduce el riesgo asociado a la carga oclusal inmediata de implantes unitarios o implantes múltiples ferulizados en tramos rectos.

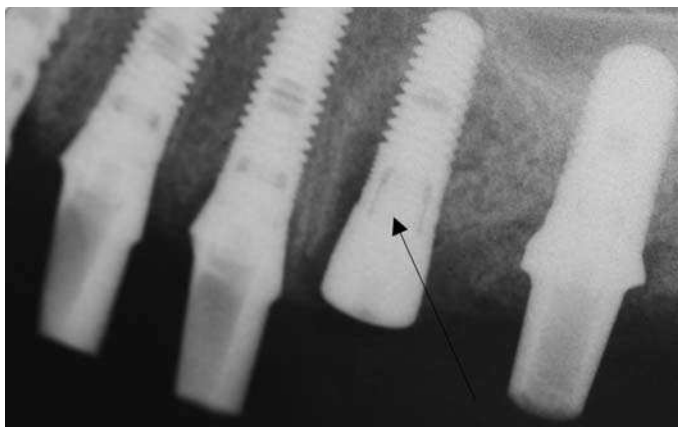


Figura 4. Imagen radiográfica periapical de un implante posterior a exodoncia en el sitio 13. El clínico utilizó varias estrategias para aumentar la estabilidad primaria: fresar 5 mm de profundidad a partir de la base del alvéolo, generar una osteotomía con un diámetro apical menor que el del implante, colocar un pilar de cicatrización con perfil de emergencia que presione las paredes alveolares y no cargar el implante en la inserción.

Hueso Ts. En hueso blando, la fresa espiral de 2 mm penetra con poca resistencia. Tan pronto como se aprecia este hecho, se procurará que el diámetro de la osteotomía sea substancialmente menor que el del implante. Por ejemplo, se puede colocar un implante de 4 mm de diámetro y 10 mm de longitud en una osteotomía cuyo diámetro es de 3 mm en la mitad coronal, pero de sólo 2 mm en el resto. El diámetro del sector coronal debe ser un poco mayor que en el resto del implante para facilitar la inserción. Si el diámetro de un implante cónico va desde 5 mm, en la porción coronal, hasta 4 mm, en la parte apical, el diámetro de la osteotomía será entre 1 y 2 mm más estrecho, y, generalmente, con la colocación del implante, se generarán fuerzas de compresión sobre el mismo. En hueso de mala calidad, pueden utilizarse osteotomos para preparar la osteotomía después de utilizar la fresa espiral de 2 mm.⁴⁰ Con esto se generan fuerzas de compresión ósea que aumentan la estabilidad primaria del implante. En hueso blando, el clínico debe ser capaz de distinguir si el implante continúa girando en la osteotomía después de haberse introducido en su totalidad o si se trata de un implante con movilidad bucolingual o mesiodistal.⁴¹ En el primer caso, la osteointegración es aún posible; en el segundo, debe retirarse el implante porque no conseguirá la integración.⁴² Con frecuencia, si la anatomía del paciente lo permite, puede utilizarse un implante de mayor diámetro para reemplazarlo sin fresado adicional.⁴³

También pueden aplicarse las siguientes estrategias adicionales:

- sumergir el implante para protegerlo durante la osteointegración (Adell y cols.⁹);
- dar más tiempo a la osteointegración (hasta seis meses) (Ostman y cols.⁴⁴);
- utilizar un implante con perfil de emergencia para una mayor compresión ósea (Akkocaoglu y cols.⁴⁵);
- colocar un pilar de cicatrización con perfil de emergencia que ayudará a estabilizar el implante, ya que se unirá a la cresta ósea (Figura 4);
- aliviar meticulosamente la carga de cualquier prótesis colocada sobre un implante en hueso blando;
- colocar el implante en posición ligeramente subcrestal para protegerlo de la carga transmucosa;
- colocar implantes adicionales (incluso hasta uno por diente) para proporcionar resistencia adicional a las fuerzas oclusales (Bidez y Misch⁴⁶);
- colocar prótesis provisional sobre el implante sumergido para comprobar que la osteointegración se ha completado;
- ferulizar los implantes múltiples para repartir las fuerzas;
- utilizar un torque de 20 a 35 newton/cm para ajustar los tornillos del pilar protésico (con esto se obtiene información adicional sobre la estabilidad del implante y se ayuda a prevenir las posibles alteraciones de la osteointegración durante la valoración del torque de remoción o torque reverso).⁴⁷

OTRAS DECISIONES BASADAS EN EL TIPO DE HUESO

Longitud y diámetro de la osteotomía. Cuando se utiliza la fresa espiral de 2 mm para iniciar la osteotomía, es posible que el hueso resulte ser más blando de lo esperado. Si se dispone de suficiente hueso, se deberá modificar el protocolo de fresado y desarrollar una osteotomía más profunda o de mayor diámetro de lo que se planeó inicialmente. Esto permite la inserción de un implante de mayor tamaño,^{48,49} con lo que se aumenta la superficie de contacto entre hueso e implante y se reduce la carga oclusal sobre el hueso.⁵⁰ Si el diámetro del implante colocado es 1 mm mayor de lo que se planeó inicialmente, la superficie aumenta en un 20-30%.¹⁵ Para conseguir un incremento igual en la superficie aumentando la longitud, el implante deberá ser 3 mm más largo.¹⁵

Colocación inmediata de implantes post-extracción y de provisionales inmediatos. La inserción inmediata de un implante después de la exodoncia es una opción razonable en hueso Td o

Tm.^{51,52} Asimismo, en la zona estética, la inserción inmediata postextracción es posible si hay otros factores favorables (línea de sonrisa baja, ausencia de recesión gingival, preservación de la cortical vestibular, encía insertada sana). También es posible la colocación inmediata de implantes en hueso Ts, pero se recomienda sumergir el implante. Cuando el clínico determina que está trabajando sobre hueso blando, debe considerar la colocación de implantes más largos o más anchos que si se tratara de hueso Td o Tm, porque tales implantes proporcionarán una resistencia adicional al desplazamiento.⁵³ Además, en hueso Ts, la colocación inmediata del implante se verá facilitada si se subprepara la osteotomía o se utilizan osteotomos para compactar el hueso.

Se puede considerar la colocación inmediata del implante, con provisionales, si se puede conseguir la estabilidad primaria con un torque de 30-40 newton/cm en la inserción.⁵⁴ Sin embargo, si durante el uso de la fresa espiral de 2 mm, se aprecia que el hueso es blando, se debe evitar la restauración provisional inmediata (carga no oclusal), a menos que se pueda proteger el implante por medio de ferulización o estabilización en arco cruzado.⁵⁵

Duración del proceso de osteointegración. Según los estudios realizados, y la opinión de consenso de los expertos, es necesario dejar pasar entre tres y seis meses para que se consiga la osteointegración y se pueda aplicar carga sobre el implante.⁵⁶ La introducción de los implantes con superficie rugosa ha permitido acortar este tiempo.⁵⁷ El uso de una fresa espiral de 2 mm puede proporcionar la sensación táctil suficiente para estimar el intervalo de tiempo necesario para que tenga lugar la integración ósea del implante. Con hueso blando, lo más prudente será esperar entre cuatro y seis meses antes de aplicar carga sobre el implante; con hueso denso, se puede iniciar la carga del implante tres meses (o menos) después de su colocación.^{17,58-59}

Recontorneo óseo. En hueso Td o Tm, que normalmente se encuentra en la porción anterior de la mandíbula, es posible reducir la cresta y ganar mayor anchura en el lecho óseo para la inserción del implante. Esta estrategia no disminuye la estabilidad del implante, porque las corticales vestibular y lingual y el hueso trabecular proporcionan una firme sujeción.¹⁶

CONCLUSIÓN

El clínico puede utilizar la sensación táctil durante el fresado para valorar la densidad ósea. A con-

tinuación, puede modificar el protocolo de fresado para optimizar la estabilidad primaria del implante y maximizar las posibilidades de éxito. En este artículo, hemos presentado una serie de recomendaciones clínicas sobre modificaciones del protocolo de fresado en función de la densidad ósea en el sitio del implante. ■

Declaración de interés. Ninguno de los autores ha declarado conflicto de interés alguno.

1. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of the completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(2):142-146.

2. van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, et al. Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5(3):272-281.

3. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62(1):2-4.

4. Truhlar RS, Örenstein IH, Morris HF, Ochi S. Distribution of bone quality in patients receiving endosseous dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(12 suppl 5):38-45.

5. Truhlar RS, Farish SE, Scheitler LE, Morris HF, Ochi S. Bone quality and implant design-related outcomes through stage II surgical uncovering of Spectra-System root form implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(12 suppl 5):46-54.

6. Truhlar RS, Morris HF, Ochi S, Winkler S. Second-stage failures related to bone quality in patients receiving endosseous dental implants: DICRG Interim Report No. 7. *Dental Implant Clinical Research Group. Implant Dent* 1994;3(4):252-255.

7. Morris HF, Ochi S. The influence of implant design, application, and site on clinical performance and crestal bone: a multicenter, multidisciplinary clinical study. *Dental Implant Clinical Research Group (Planning Committee). Implant Dent* 1992;1(1):49-55.

8. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. *Int J Oral Implantol* 1990;6(2):23-31.

9. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10(6):387-416.

10. Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage I in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(3):319-324.

11. Hürzeler M, Fickl S, Zühr O, Wachtel HC. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments: preliminary data from a prospective study (published correction appears in *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(10):2195-2196). *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(7 suppl 1):33-39.

12. Misch CE, Qu Z, Bidez MW. Mechanical properties of trabecular bone in the human mandible: implications of dental implant treatment planning and surgical placement. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57(6):700-706.

13. Misch CE. Bone density: a key determinant for clinical success. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1999:113-114.

14. Misch CE. Bone density: a key determinant for clinical success. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1999:134-137.

15. Misch CE. Available bone and dental implant treatment plans. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. 3rd ed. St Louis: Mosby; 2008:181.

16. Misch CE. Density of bone: effects on surgical approach and healing. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2008:645-667.

17. Trisi P, Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res* 1999;10(1):1-7.

18. Brunski JB. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface. *Clin Mater* 1992;10(3):153-201.

19. Albrektsson TO, Johansson CB, Sennerby L. Biological aspects of implant dentistry: osseointegration. *Periodontol* 2000 1994;4:58-73.

20. Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE. A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7(1):62-71.

21. Nkenke E, Lehner B, Fenner M, et al. Immediate versus delayed loading of dental implants in the maxillae of minipigs: follow-up of implant stability and implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(1):39-47.
22. Huja SS, Rao J, Struckhoff JA, Beck FM, Litsky AS. Biomechanical and histomorphometric analysis of monocortical screws at placement and 6 weeks postinsertion. *J Oral Implantol* 2006;32(3):110-116.
23. Ivanoff CJ, Grondahl K, Bergstrom C, Lekholm U, Brånemark PI. Influence of bicortical or monocortical anchorage on maxillary implant stability: a 15-year retrospective study of Brånemark System implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(1):103-110.
24. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery: clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone* 2005;37(6):776-780.
25. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(5):779-784.
26. Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno S, Shimizu N. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38(1):13-18.
27. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants: a histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68(2):186-198.
28. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic width around one- and two-piece titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(6):559-571.
29. Hahn J. Clinical uses of osteotomes. *J Oral Implantol* 1999;25(1):23-29.
30. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71(4):546-549.
31. Akça K, Fanuscu MI, Caputo AA. Effect of compromised cortical bone on implant load distribution. *J Prosthodont* 2008;17(8):616-620.
32. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26(1):9-17.
33. Luongo R, Traini T, Guidone PC, Bianco G, Cocchetto R, Celletti R. Hard and soft tissue responses to the platform-switching technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(6):551-557.
34. Cappiello M, Luongo R, Di Iorio D, Bugea C, Cocchetto R, Celletti R. Evaluation of peri-implant bone loss around platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28(4):347-355.
35. Watanabe F, Tawada Y, Komatsu S, Hata Y. Heat distribution in bone during preparation of implant sites: heat analysis by real-time thermography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7(2):212-219.
36. Cavallaro J, Greenstein G. Prosthodontic complications related to non-optimal implant placement. In: Froum S, ed. *Complications in Implant Dentistry: Both Common and Uncommon*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell (in press).
37. Ottoni JM, Oliveira ZF, Mansini R, Cabral AM. Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(5):769-776.
38. Bahat O. Brånemark system implants in the posterior maxilla: clinical study of 660 implants followed for 5 to 12 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(5):646-653.
39. Turkyilmaz I, Aksoy U, McGlumphy EA. Two alternative surgical techniques for enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: a clinical study including bone density, insertion torque, and resonance frequency analysis data. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10(4):231-237.
40. Saadoun AP, Le Gall MG. Implant site preparation with osteotomes: principles and clinical application. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996;8(5):453-463.
41. Orenstein IH, Tarnow DP, Morris HF, Ochi S. Factors affecting implant mobility at placement and integration of mobile implants at uncovering. *J Periodontol* 1998;69(12):1404-1412.
42. Orenstein IH, Tarnow DP, Morris HF, Ochi S. Three-year post-placement survival of implants mobile at placement. *Ann Periodontol* 2000;5(1):32-41.
43. Langer B, Langer L, Herrmann I, Jorneus L. The wide fixture: a solution for special bone situations and a rescue for the compromised implant—part I. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8(4):400-408.
44. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L. Direct implant loading in the edentulous maxilla using a bone density-adapted surgical protocol and primary implant stability criteria for inclusion. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(suppl 1):S60-S69.
45. Akkocaoglu M, Uysal S, Tekdemir I, Akca K, Cehreli MC. Implant design and intrasosseous stability of immediately placed implants: a human cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(2):202-209.
46. Bidez MW, Misch CE. Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles. *J Oral Implantol* 1992;18(3):264-274.
47. Jividen G Jr, Misch CE. Reverse torque testing and early loading failures: help or hindrance? *J Oral Implantol* 2000;26(2):82-90.
48. Ochi S, Morris HF, Winkler S. The influence of implant type, material, coating, diameter, and length on periotest values at second-stage surgery: DICRG interim report no. 4. *Dental Implant Clinical Research Group. Implant Dent* 1994;3(3):159-162.
49. Misch CE. Wide-diameter implants: surgical, loading, and prosthetic considerations. *Dent Today* 2006;25(8):66-71.
50. Ding X, Liao SH, Zhu XH, Zhang XH, Zhang L. Effect of diameter and length on stress distribution of the alveolar crest around immediate loading implants (published online ahead of print Sept. 9, 2008). *Clin Implant Dent Relat Res*.
51. Misch CE, Wang HL, Misch CM, Sharawy M, Lemons J, Judy KW. Rationale for the application of immediate load in implant dentistry: part I. *Implant Dent* 2004;13(3):207-217.
52. Misch CE, Wang HL, Misch CM, Sharawy M, Lemons J, Judy KW. Rationale for the application of immediate load in implant dentistry: part II. *Implant Dent* 2004;13(4):310-321.
53. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol* 2000;5(1):22-31.
54. Saadoun AP. Immediate implant placement and temporization in extraction and healing sites. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(4):309-318.
55. Misch CE, Hahn J, Judy KW, et al. Workshop guidelines on immediate loading in implant dentistry. *J Oral Implantol* 2004;30(5):283-288.
56. Cochran DL, Morton D, Weber HP. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):109-113.
57. Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater* 2007;23(7):844-854.
58. Trisi P, Rebaudi A. Peri-implant bone reaction to immediate, early, and delayed orthodontic loading in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25(4):317-329.
59. Nelson K, Semper W, Hildebrand D, Ozyuvaci H. A retrospective analysis of sandblasted, acid-etched implants with reduced healing times with an observation period of up to 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23(4):726-732.