

Extracción dental atraumática y colocación inmediata de implante con cirugía piezoeléctrica: evaluación de 40 sitios después de como mínimo un año de carga



Cornelio Blus, MD, DDS¹
Serge Szmukler-Moncler, DDS, PhD²

La colocación inmediata de un implante se introdujo más de 15 años atrás¹. En el presente artículo se describe la cirugía con técnica ultrasónica (es decir, cirugía piezoeléctrica) como un método nuevo, relevante y predecible para efectuar la extracción dental atraumática y la preparación posterior del lugar del implante. En 23 pacientes se extrajeron 40 dientes o raíces no infectados que fueron remplazados de inmediato por implantes. La extracción consistió en el corte de las fibras del ligamento periodontal con puntas de vibración de hasta 10 mm de profundidad; acto seguido, el diente o la raíz se movilizó con un elevador. Todos los dientes/raíces se extrajeron sin fractura. Utilizando puntas cónicas de diámetros crecientes se efectuaron osteotomías para implantes. Durante la colocación del implante, se efectuó una muesca en el tercio apical de la pared palatina o el puente interradicular sin complicaciones gracias a los movimientos no controlados del instrumento. Tras un período medio de cicatrización de 2,4 meses, todos los implantes estaban osteointegrados y se habían sometido a una carga satisfactoria durante como mínimo 12 meses. Mediante la implementación de la cirugía piezoeléctrica, la extracción puede ser atraumática y la colocación del implante puede ser predecible y poco compleja comparado con el uso de una fresa que puede dar lugar al deslizamiento del instrumento durante el procedimiento. (Rev Int Odontol Restaur Period 2010; 14:354-363.)

¹ Associate Professor, Department of Periodontology, University of Brescia, Brescia, Italy; Private Practice, Torino, Italy.

² Associate Professor, Department of Stomatology and Maxillofacial Surgery, University of Paris, Paris, France; Visiting Professor, Galeazzi Orthopaedic Institute, Department of Odontology, University of Milano, Milano, Italy.

Correspondencia: Dr. Cornelio Blus, Corso Francia, 7, I-10138 Torino, Italy; fax: 00 39 011 434 70 57; e-mail: corblus@hotmail.com.

El procedimiento consiste en introducir los implantes en los alveolos de extracción frescos inmediatamente tras la extracción dental. Se ha documentado en diversos estudios efectuados en animales^{2,3}, al igual que en estudios clínicos^{4,5}. Este protocolo reduciría la pérdida de hueso horizontal⁶ y mantendría la presencia de las papilas⁷.

Los expertos han destacado que la extracción dental previa a la colocación de un implante no debe ser traumática; no obstante, los métodos para lograrlo nunca se han abordado en detalle³. La extracción dental se ha efectuado de la misma forma durante décadas, con fórceps o instrumentos de desarrollo reciente⁸. En ambos protocolos, la movilización del diente se obtiene mediante el desgarro energético de las fibras de Sharpey separándolas del hueso fasciculado. La extracción se obtiene tras ejercer movimientos de torsión con un fórceps o con una fuerza vertical con los dispositivos de extracción más nuevos. El desgarro vigoroso de las fibras del ligamento periodontal (LPD) da lugar a la alteración del hueso fasciculado que rodea el alveolo, al igual que la afectación de los vasos sanguíneos.

Cualquier estrategia alternativa a esta resección sería bienvenida para reducir el traumatismo causado por la extracción y fomentar la cicatrización del alveolo⁸.

La cirugía ultrasónica, conocida también como cirugía piezoelectrica, se ha introducido recientemente en el campo de la cirugía maxilofacial⁹⁻¹¹. Los instrumentos de la cirugía piezoelectrica son versátiles porque sus nuevas puntas vibratorias dan lugar a nuevas aplicaciones terapéuticas, por ejemplo en el desbridamiento de úlceras en el paciente diabético¹², la incisión gingival sin hemorragia¹³, la extracción dental y la preparación de la osteotomía para los implantes. Los sindesmotomas vibratorios forman parte de estas puntas de desarrollo reciente para la extracción de dientes y raíces. Se introducen a través del surco gingival en el espacio ocupado por el LPD entre la raíz y el alveolo para la incisión de las fibras del LPD que rodea el alveolo dentario hasta 10 mm o más. Por lo tanto, cuando se movilizan las raíces o los dientes tras la incisión de las fibras más apicales, la porción coronal del alveolo no ha de someterse a un «desgarro» violento. En este estadio puede obtenerse una extracción prácticamente atraumática.

La preparación de la osteotomía para el implante se ha efectuado clásicamente utilizando trépanos y tornos dentales de diversas formas que se adaptan a la geometría del implante. En la porción anterior del maxilar, la pared bucal es especialmente fina y experimenta rápidamente una reabsorción^{2,14,15}. Para limitarla, se recomienda dejar como mínimo 2 mm

entre el implante y el borde vestibular de la pared bucal¹⁶. En consecuencia, se recomienda variar el eje del implante desde el eje de la raíz palatinamente en cinco grados^{16,17}. Para obtener este cambio, es necesario perforar la pared palatina del alveolo en su tercio apical¹⁶⁻¹⁸. En esta localización, primero se aplica un trépano redondeado contra el hueso cortical para crear una muesca en la pared palatina; acto seguido, la muesca se ensancha utilizando trépanos de diámetro creciente hasta que el implante se ajusta al alveolo.

Sin embargo, en la práctica clínica se demuestra que los trépanos rotatorios aplicados contra la pared palatina dan lugar a un movimiento o su deslizamiento en el alveolo. Por lo tanto, es difícil obtener una muesca adecuada en la localización deseada. Con frecuencia, no se dispone de un canal claro necesario antes de utilizar el torno; por otra parte, el eje del implante a menudo es incorrecto y requiere una rectificación. Cuando esto último no se obtiene, el cuello del implante emerge excesivamente vestibular en el alveolo, lo que puede dar lugar a la reabsorción de la pared bucal^{16,19}.

Coincidiendo con la versatilidad de los instrumentos de cirugía piezoelectrica, se han desarrollado nuevas puntas para la preparación del lecho del implante en los alveolos de extracción. Sin embargo, apenas se conoce su capacidad para preparar la osteotomía del implante de manera predecible y permitir la osteointegración del implante. No obstante, persiste la sospecha de un sobrecalentamiento óseo con el uso de estas puntas vibratorias²⁰.

El objetivo de este artículo es investigar la fiabilidad de la cirugía piezoelectrica cuando los implantes se introducen de inmediato en los alveolos de extracción. Para valorar la predecibilidad de este método, se valoró la osteointegración de los implantes, como mínimo un año después de la carga.

Método y materiales

Instrumento de cirugía piezoelectrica

Para la cirugía piezoelectrica se usó el dispositivo UBS (Resista). Este instrumento funciona en los límites de 20-32 KHz y su potencia ultrasónica máxima es de 90 W^{11,12}. Las puntas usadas con este instrumento se fabrican de una aleación de titanio.

Puntas de extracción

Estuvieron disponibles seis puntas diferentes (figura 1) para la adaptación a las diferentes situaciones clínicas. La primera punta, similar a una flecha y cortante por ambos lados, se usó para penetrar en el LPD en la cara coronal del alveolo y empezar a seccionar las fibras del ligamento. Para la sección de las fibras del LPD en dirección apical se usaron cuatro sindesmotomas. Dos de ellos eran rectos, con dientes, y sus direcciones de incisión eran paralelas y perpendiculares al eje largo de la punta. Los otras dos eran de ángulo de 45° (uno a la derecha y otro a la izquierda) para adaptarse mejor a la geometría del alveolo. La última punta, también provista de dientes,



Figura 1 Puntas vibratorias utilizadas para la incisión de las fibras del ligamento periodontal. De izquierda a derecha: punta en forma de flecha, sindesmotomo con dientes perpendiculares y paralelos al eje largo del mango y sindesmotomos de ángulo izquierdo y derecho sin dientes (45°) y gran sindesmotomo con dientes.



Figura 2 Puntas de osteotomía vibratorias utilizadas en los alveolos de extracción. De izquierda a derecha: dos puntas piloto cilíndricas y cuatro puntas cónicas de diámetro creciente.

estaba indicada para la retirada de dientes anquilosados.

Puntas de preparación de la osteotomía para el implante

Para preparar el alveolo de la osteotomía para el implante estuvieron disponibles seis puntas diferentes: dos puntas cilíndricas piloto y cuatro cónicas (figura 2), correspondientes a los diversos diámetros del implante. Todas se marcaron con láser a 8, 10, 13 y 15 mm. Los tornos piloto tenían diámetros de 1,8 y 2,2 mm, y los tornos cónicos a nivel de la marca de láser de 13 mm tenían diámetros de 2,8, 3,2,

3,8 y 4,5 mm hasta insertar implantes de 3,75, 4,2 y 5 mm de diámetro. La superficie de trabajo se localizaba exclusivamente en la extremidad apical para prevenir la alteración de la pared bucal fina durante la preparación del lecho del implante. La forma cónica de las puntas vibratorias permitió la condensación ósea mecánica del lugar de la osteotomía más allá de la envoltura del alveolo.

Demografía de los pacientes

Los pacientes fueron tratados con el protocolo actual en un estudio pros-

pectivo, abierto, iniciado en enero de 2006. El presente artículo describe todos los implantes sometidos a carga durante como mínimo un año. En 23 pacientes se insertaron 40 implantes (16 mujeres, siete hombres; límites de edad, 37-77 años).

Se usaron los criterios de inclusión siguientes: el diente extraído no podía demostrar signos de enfermedad periodontal o infección en el vértice de la pared bucal; la extracción del diente consistió en 27 del maxilar y 13 de la mandíbula. De los dientes extraídos del maxilar, 12 se localizaban en el maxilar anterior (canino a canino), 15 eran premolares y nueve biradicu-

Tabla 1 Distribución de los dientes extraídos de acuerdo con la mandíbula y el maxilar*											
6	3	2	1	3	3	2	1	3	3	3	
15	14	13	12	11	21	22	23	24	25		
Localización del diente											
45	44	43	42	41	31	32	33	34	35		
3	1	2	1	–	1	1	–	2	2		

*Sistema de numeración de dientes de la FDI (World Dental Federation).

lares (tabla 1). Las razones de la extracción incluyeron fractura de dientes/raíces tratados con endodoncia (ocho de ocho pacientes), ausencia de funcionalidad biomecánica como soporte de una corona protésica (22 a 14 pacientes) y extracción después de tratamiento ortodóncico efectuado para ganar hueso vertical (10 de tres pacientes). Se extrajo un total de 12 raíces y 28 dientes. Entre ellos, nueve mostraron una anquilosis completa y ocho una anquilosis parcial.

Los implantes (Leader) fueron de 3,75 mm ($n = 8$) y 4,5 mm ($n = 12$) de diámetro y 10 mm ($n = 5$), 11,5 mm ($n = 16$) y 13 mm ($n = 19$) de longitud.

La extracción se efectuó usando las puntas del equipo de extracción

(figura 1). La punta en forma de flecha se introdujo en el surco a una profundidad de 4-5 mm sin separar primero la encía del diente, alrededor de toda la circunferencia de éste. No se evidenció hemorragia mientras se progresaba en dirección apical (figuras 3a y 3b). Acto seguido, se usaron sindesmotomos rectos o angulados para cortar en profundidad las fibras del LPD (hasta 10 mm o más). Tras la sección de las fibras del ligamento, el diente se movilizó con un sindesmotomo de Claude Bernard (figura 3c) y se extrajo del alveolo con unas pinzas (figura 3d). En el caso de dientes anquilosados, se usaron sindesmotomos de vibración para desprender la raíz del hueso fijado circundante.

Figura 3 Procedimiento de extracción con las puntas vibratorias.



Figuras 3a y 3b La punta en forma de flecha se introdujo en el ligamento periodontal en el lado distal (derecha) y el lado mesial (izquierda) del diente afectado.



Figura 3c Para levantar el premolar se usó un elevador (sin-desmotomo de Claude Bernard).

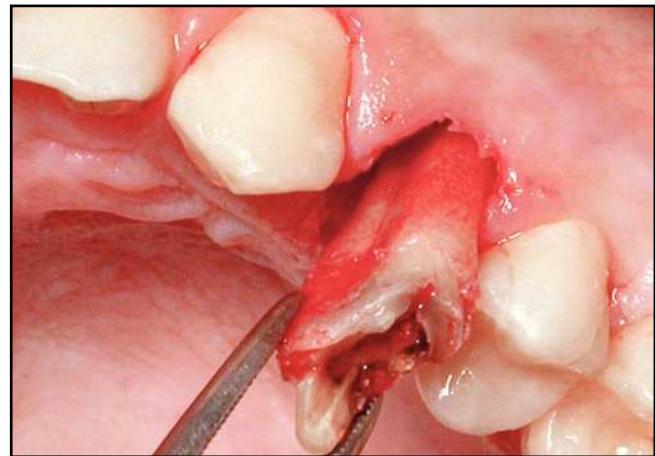


Figura 3d El diente se extrajo de una pieza con pinzas tras la elevación con un sindesmotomo manual.

Para colocar los implantes en los lugares de extracción, se usaron puntas de osteotomía. La punta piloto se colocó frente a la pared palatina para efectuar una muesca en el alveolo en su tercio apical. La angulación de la punta tuvo en cuenta una desviación palatina de unos cinco grados desde el eje del diente (figura 4a). Con la activación de la punta piloto, se creó la muesca con la angulación correcta

sin que se produjera el deslizamiento del instrumento. No se requirió ningún esfuerzo para mantener la angulación seleccionada en el punto escogido. Con la misma punta la muesca se extendió a una profundidad del canal de 3-5 mm, apical al vértice del alveolo. El ensanchamiento de la osteotomía se efectuó con puntas de diámetro cada vez mayor (figura 4b). Más allá del alveolo de extracción, la osteotomía

fue de forma cónica, similar a la obtenida con los osteotomos de Summers.

Acto seguido, se colocaron los implantes de acuerdo con un procedimiento de un estadio (figura 4c). Se permitieron diferentes procedimientos de cicatrización: en seis implantes la carga fue inmediata, en 24 la carga fue precoz entre una semana y 3 meses y en 10, la carga se produjo a los 3-6 meses debido a demoras del paciente.

En el momento de la cicatrización, se examinó la movilidad del implante y se tomaron las medidas clásicas para la rehabilitación protésica.

Seguimiento y criterios de éxito

Se procedió a un seguimiento de los implantes al término del correspondiente período de cicatrización a los 3, 6 y 12 meses después de la carga (figuras 4d y 4e) y, por lo tanto, para los objetivos de este estudio. Los criterios de éxito incluyeron: 1) extracción sin fractura del diente/raíz; 2) colocación eficaz y estabilidad primaria del implante; 3) estabilidad del implante en cada visita de seguimiento; 4) ausencia de dolor o de cualquier sensación subjetiva; 5) ausencia de infección recurrente periimplante y 6) ausencia de radiotransparencia continua alrededor del implante.

Resultados

La extracción se efectuó con un corte de las fibras del LPD antes de la movilización del diente. Los dientes o raíces frágiles tratados con endodoncia ($n = 28$), que, de otro modo, se habrían fracturado, se extrajeron en una pieza sin fractura. El diente anquilosado también se extrajo de una pieza sin necesidad de cirugía invasiva.

La muesca practicada en el tercio apical de la pared cortical palatina durante la colocación del implante en el maxilar anterior y la preparación del fino puente interradicular del diente birradicular no se asociaron a complicaciones ni el deslizamiento del dispositivo de cirugía piezoelectrónica. La realización de una muesca en el hueso

cortical con la punta piloto se profundizó más allá del ápice del alveolo para obtener una longitud final y un eje apropiado del implante. El ensanchamiento de esta abertura con una punta de mayor diámetro se simplificó. La colocación del implante se efectuó sin complicaciones. La cicatrización tuvo lugar sin incidentes y todos los implantes se osteointegraron. Los 40 implantes habían sido sometidos a carga durante como mínimo un año, 28 durante más de 18 meses y tres durante más de 2 años.

Discusión

Se recomienda la extracción atraumática para proporcionar las mejores condiciones de cicatrización del alveolo de extracción, con independencia de que el implante sea de colocación inmediata. A pesar de todos los esfuerzos, no puede evitarse el traumatismo del hueso fasciculado del alveolo cuando se seccionan las fibras de colágeno y los vasos sanguíneos del LPD. Recientemente, Babbush⁸ afirmó que ninguna innovación significativa ha tenido una influencia en el modo en que se han efectuado las extracciones dentales durante los 30 últimos años. En este estudio, se examinó un nuevo dispositivo de extracción que ejerce una fuerza vertical; este nuevo método se promociona como atraumático. Es posible que sea menos traumático que el método clásico de torsiones con fórceps, ya que probablemente este último induce microfracturas de la pared bucal, pero es probable que el presente procedimiento de corte de las fibras y vasos del LPD en lugar de

Figura 4 Preparación del lugar de osteotomía y colocación del implante.



Figura 4a Introducción de la punta piloto en el alveolo de extracción. Obsérvese el área de trabajo apical en contacto con el tercio apical de la pared palatina con la angulación correcta (*a distancia del eje dental*).

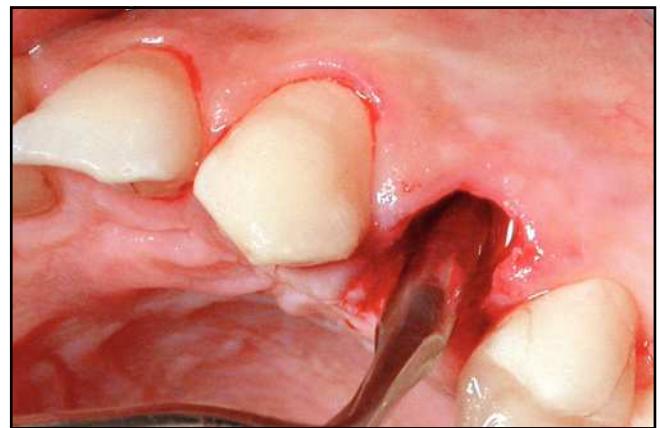
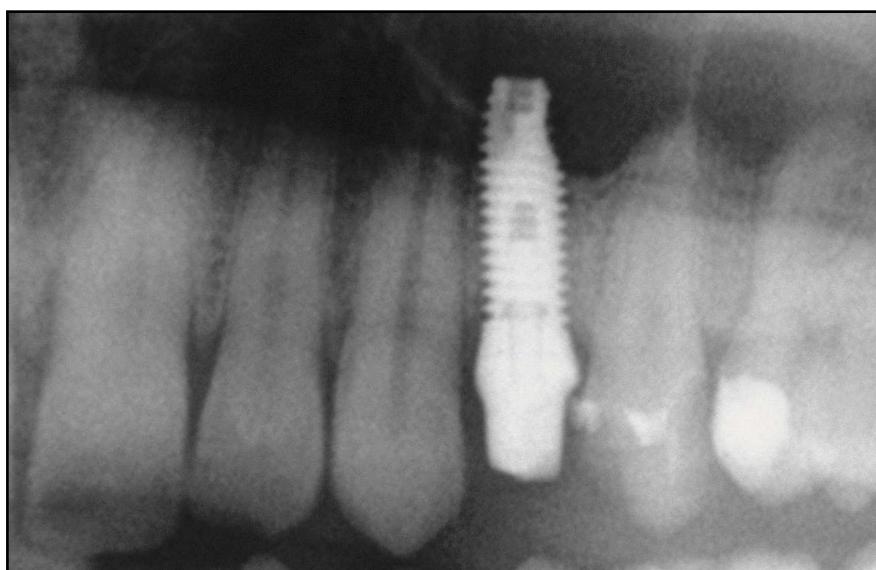


Figura 4b Puntas cónicas de diámetro creciente utilizadas. Estas puntas preparan simultáneamente y condensan mecánicamente el lugar de osteotomía.



Figura 4c (derecha) El implante se colocó en el alveolo de extracción. Obsérvese el espacio izquierdo entre el implante y la pared cortical ($> 2 \text{ mm}$).



Figuras 4d y 4e Radiografía de seguimiento al año y visión clínica del implante con su corona provisional.

su resección sea incluso menos traumático. Serían de interés los datos experimentales comparativos sobre el efecto del corte frente a la resección de los elementos del LPD sobre la cicatrización del alveolo.

Durante la extracción, la hemorragia fue limitada. Esto no resultó sorprendente, ya que Blus y Szmukler-Moncler¹³ describieron previamente que el corte de la encía con una punta similar no provoca hemorragia, como consecuencia de la oclusión temporal de los capilares. Este método de extracción es particularmente pertinente y atraumático cuando los dientes o raíces cariados son demasiado frágiles para extraerlos sin fracturarlos en varios segmentos pequeños. Se efectúa un corte de las fibras de LPD con la punta de tipo flecha y el sindesmotomo; acto seguido, es posible levantar el diente o la raíz débil sin su lesión. Un diente anquilosado también puede separarse de una pieza del hueso al que se une. Por lo tanto, pueden evitarse los procedimientos quirúrgicos invasivos que más tarde requieren injertos óseos y de tejido blando antes de la colocación del implante^{4,21}.

La preparación de las osteotomías del implante en alveolos de extracción frescos confiere las ventajas siguientes: 1) la muesca del tercio apical de la pared palatina se practica en el lugar exacto y con la orientación deseada fácilmente y sin esfuerzos ya que no se produce el deslizamiento del instrumento; 2) la superficie de trabajo se limitó a la extremidad apical para evitar la lesión de la pared bucal; 3) la hemorragia fue limitada y por lo tanto no estuvo restringido el acceso visual

al campo quirúrgico; 4) en el área premolar de la mandíbula, no constituye una preocupación una lesión del nervio mandibular; y 5) se obtuvo la condensación ósea mecánica en el lugar de la osteotomía para aumentar la estabilidad primaria²² y acelerar la osteointegración²³. La preparación de la osteotomía del implante fue tan rápida como la efectuada con fresas rotatorias; el único inconveniente de este método fue el tiempo necesario para enroscar las puntas.

Algunos autores sugieren la posibilidad de un calentamiento excesivo de los tejidos durante el uso de las puntas vibratorias de los dispositivos de cirugía piezoeléctrica²⁰. Sin embargo, este estudio demuestra que la termonecrosis no fue un riesgo significativo durante la preparación ósea porque todos los implantes habían sido sometidos con éxito a carga durante como mínimo un año. Además, los implantes colocados en procedimientos de cresta dividida preparados mediante cirugía piezoeléctrica dieron lugar a tasas de eficacia del 96,5%¹⁰, lo que es comparable con las obtenidas usando otros métodos. Por último, los estudios que han comparado la resección ósea con instrumentos rotatorios frente a puntas vibratorias han demostrado que estas últimas proporcionan un corte óseo más limpio²⁴ y mejores condiciones de cicatrización ósea^{25,26}.

Conclusión

La extracción y la preparación del lugar de osteotomía con cirugía piezoeléctrica reveló diversas ventajas sobre los

métodos clásicos de extracción y de preparación del lecho del implante con instrumento rotatorio. Las más pertinentes fueron la posibilidad de extraer de una pieza los dientes o raíces quebradizos, la extracción de un diente anquilosado sin cirugía invasiva, la evitación del deslizamiento de los instrumentos mientras se preparan las muescas para la colocación del implante, y la obtención de una condensación ósea mecánica mientras se preparaba la osteotomía.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Ornella Costa y Maura Madeddu por su eficiente asistencia diaria. También dan las gracias al profesor Enrico Savoldi y al doctor Fourouzan Shapurovna Sebanoff por su apoyo.

Conflictos de intereses

Los doctores Blus y Szmukler-Moncler son asesores de Resista, el fabricante del dispositivo UBS.

Bibliografía

1. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332–343.
2. Barzilay I, Graser GN, Iranpour B, Natiella JR, Proskin HM. Immediate implantation of pure titanium implants into extraction sockets of *Macaca fascicularis*. Part II: Histologic observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:489–497.
3. Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J. Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:615–624.
4. Schwartz-Arad D, Chaushu G. The ways and wherefores of immediate placement of implants into fresh extraction sites: A literature review. *J Periodontol* 1997;68: 915–923.
5. Chen ST, Wilson TG Jr, Hämmерle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: Review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):12–25.
6. Covani U, Bortolai C, Barone A, Sbordone L. Bucco-lingual crestal bone changes after immediate and delayed implant placement. *J Periodontol* 2004;75:1605–1612.
7. Barone A, Rispoli L, Vozza I, Quaranta A, Covani U. Immediate restoration of single implants placed immediately after tooth extraction. *J Periodontol* 2004;77: 1914–1920.
8. Babbush CA. A new atraumatic system for tooth removal and immediate implant restoration. *Implant Dent* 2007;16: 139–145.
9. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: Introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21: 561–567.
10. Blus C, Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant placement with ultrasonic bone surgery. A 3-year clinical experience with 230 treated sites. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:700–707.
11. Blus C, Szmukler-Moncler S, Salama M, Salama H, Garber D. Sinus bone grafting procedures using ultrasonic bone surgery: 5-year experience. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:221–229.
12. Blus C, Szmukler-Moncler S. Ultra-sonic debridement. A novel approach to scar debridement [abstract]. Proceedings of the Second Wound Healing Word Congress, 8–11 July 2004, Paris.
13. Blus C, Szmukler-Moncler S. Relevance of soft tissue cutting with an ultra-sonic surgical device [abstract]. *Clin Oral Implants Res* 2007;28:LIII–LIV.
14. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820–828.
15. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, et al. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:19–29.
16. Saadoun AP, Le Gall MG, Touati B. Current trends in implantology: Part 1—Biological response, implant stability, and implant design. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004; 16:529–535.
17. Szmukler-Moncler S, Davarpanah M, Raygot P, Khouri PM, Jakubowicz-Kohen B, Molloy S. Management of esthetics. In: Davarpanah M, Szmukler-Moncler S. *Theory and Practice of Immediate Loading of Dental Implants*. Chicago: Quintessence, 2008:73–91.
18. Testori T, Bianchi F, Del Fabbro M, et al. Implant aesthetic score for evaluating the outcome: Immediate loading in the aesthetic zone. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005;17:123–130.
19. Davarpanah M, Abdul-Sater S, Szmukler-Moncler S, Martinez H. Complications et échecs en implantologie. In: Davarpanah M, Szmukler-Moncler S, Khouri PM, Jakubowicz-Kohen B, Martinez H (eds). *Manuel d'Implantologie Clinique. Concepts, Protocoles et Innovations Récentes*. Paris: Editions CdP, 2008:435–452.
20. Müller CK, Romanos G, Nentwig GH. Microscopical examination of osteotomies with ultrasonic, laser and classical procedures [abstract]. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:LXIII.
21. Davarpanah M, Szmukler-Moncler S. Unconventional implant treatment. I. Implant placement in contact with ankylosed root fragments. A series of five case reports. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20:851–856.
22. Nkenke E, Hahn M, Weinzierl K, Radespiel-Tröger M, Neukam FW, Engelke K. Implant stability and histomorphometry: A correlation study in human cadavers using stepped cylinder implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:601–609.
23. Schlegel KA, Kloss FR, Kessler P, Schultz-Mosgau S, Nkenke E, Wilfong J. Bone conditioning to enhance implant osseointegration: An experimental study in pigs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:505–511.
24. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol* 2004;53: 207–214.
25. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, et al. Osseous response following resective therapy with Piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:543–549.
26. Preti G, Martinasso G, Peirone B, et al. Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: A pilot study in minipigs. *J Periodontol* 2007; 78:716–722.