

Estudio comparativo de densitometría ósea en osteointegración: comparación entre la cirugía piezoeléctrica y las técnicas rotatorias

Luca Di Alberti, DDS, PhD^a, Federica Donnini, RDH^b, Claudio Di Alberti, DDS^b, y Michele Camerino, DDS^c

Objetivos: *Hasta ahora no existe ningún estudio que compare los resultados de la osteointegración del hueso alveolar alrededor de implantes dentales colocados mediante osteotomía piezoeléctrica con los de implantes colocados mediante osteotomía convencional. El propósito de este estudio fue comparar las diferencias radiográficas, mediante la evaluación de la densidad ósea peri-implantaria, entre la colocación de implantes empleando la técnica quirúrgica tradicional y la técnica piezoeléctrica.*

Material y métodos: *Se seleccionaron cuarenta pacientes cuyo tratamiento incluyera un mínimo de dos implantes a colocar en hueso nativo no patológico. Se escogió un solo tipo de superficie de implante (SLA). Los implantes se colocaron siguiendo el protocolo del fabricante para la técnica quirúrgica convencional y para la técnica piezoeléctrica. Se tomaron radiografías después de la cirugía y 30, 60, y 90 días después de la misma. La densidad ósea se estudió mediante densitometría.*

Resultados y conclusiones: *Todos los pacientes completaron el periodo de estudio con éxito. A pesar del limitado número de pacientes tratados, los resultados de este estudio piloto demostraron que (1) la preparación*

del alveolo implantario con técnica piezoeléctrica promueve una mejor densidad ósea y osteogénesis, y (2) la técnica piezoeléctrica resulta predecible, con una tasa de éxito del 100% en este estudio.

(Quintessence Int. 2010;41(8):639-44)

La osteointegración de los implantes dentales resulta muy predecible cuando los implantes quedan totalmente embebidos en hueso¹. En los últimos años, se han realizado numerosos esfuerzos para aumentar la seguridad de los tratamientos con implantes y para obtener resultados clínicos seguros en los paciente potenciales simplificando los procedimientos clínicos. Uno de estos esfuerzos se ha encaminado a la reducción del periodo de curación empleando nuevas superficies de implantes que acortaran y mejoraran el proceso de osteointegración. Albrektsson et al.² reconocieron en los primeros momentos de la implantología que la superficie del implante, lo que incluía su topografía, química, carga de superficie, y humectabilidad, era uno de los factores importantes que influían en la osteointegración.

La osteotomía piezoeléctrica es una técnica que se basa en la vibración piezoeléctrica de un dispositivo de osteotomía que permite un corte preciso de las estructuras óseas sin daño de los tejidos blandos adyacentes³. Los dispositivos de corte activados ultrasónicamente son capaces de cortar los tejidos duros, como los dientes y el hueso. Sin embargo, los tejidos blandos (por ejemplo, encías, vasos sanguíneos, nervios y membranas sinusales) quedan preservados de cualquier tipo de lesión porque vibran al mismo tiempo que las puntas de corte. Esto hace que la cirugía piezoeléctrica sea especialmente adecuada para un

^aProfesor visitante. Departamento de Ciencias Dentales. Universidad de Foggia. Italia.

^bPráctica privada. Pescara, Italia.

^cPráctica privada. Chieti, Italia.

Correspondencia: L. Di Alberti.

Vía Colonna, 22, 66100 Chieti, Italia.

Correo electrónico: dialbertiluca@yahoo.it

amplio espectro de aplicaciones quirúrgicas, como las apicectomías, el corte de hueso en bloques, la elevación sinusal, la técnica de división de la cresta, la lateralización de nervios, la cirugía ósea resectiva, el legrado óseo, y la toma de muestras para biopsia⁴⁻⁹. Los instrumentos de piezocirugía desarrollados por primera vez en 1988, emplean una frecuencia ultrasónica modulada que permite un corte altamente preciso y seguro del tejido duro. Los nervios, vasos, y tejidos blandos no se lesionan por las microvibraciones (60 a 200 mm/s), que se ajustan de forma óptima para que afecten solo al tejido mineralizado. La naturaleza selectiva e inocua desde el punto de vista térmico de los instrumentos piezoeléctricos permite una baja tendencia a la hemorragia. Además, los instrumentos pueden usarse tanto en operaciones que requieren anestesia local como en intervenciones con anestesia general³.

La naturaleza precisa de los instrumentos permite una geometría exacta, limpia, y lisa del corte durante la cirugía. La diferencia entre las necesidades de tiempo de los procedimientos quirúrgicos con instrumentos piezoeléctricos y las de las fresas convencionales es despreciable. La curación postoperatoria de las heridas de las heridas de los tejidos blandos es excelente. El rango de aplicación de la cirugía piezoeléctrica no se limita a los procedimientos de pequeña cirugía oral. Debido a su naturaleza precisa y altamente selectiva, con su capacidad de corte exclusiva sobre los tejidos duros, su uso puede extenderse a casos de cirugía oral más complejos, así como a otros problemas interdisciplinarios¹⁰.

La aplicación de los ultrasonidos está cobrando importancia como potencial terapia para el tratamiento de fracturas óseas y daño tisular complicados. Los estímulos ultrasónicos aceleran la curación de las fracturas hasta un 40% y mejoran la curación de los tendones y ligamentos promoviendo la proliferación celular, la migración, y las síntesis de matriz a través de un mecanismo desconocido¹¹⁻¹⁵.

Sin embargo, hasta la fecha, no existen estudios que hayan comparado los resultados de la osteointegración del hueso alveolar alrededor de implantes dentales colocados mediante osteotomía piezoeléctrica con los obtenidos mediante osteotomía convencional. El presente estudio evaluó la osteotomía piezoeléctrica frente a la convencional en los procesos de osteointegración del hueso alveolar.

El propósito de este estudio fue comparar las diferencias radiográficas, evaluando la densidad ósea periimplantaria, entre la preparación del alveolo implantario con la técnica quirúrgica convencional con fresas y preparación mediante la técnica piezoeléctrica con puntas para implantes (Piezosurgery, Mectron, Genova, Italia, EMS, Nyon, Suiza).

Material y métodos

Selección de los pacientes

Se seleccionaron cuarenta pacientes (22 varones, 18 mujeres) para ser incluidos en el estudio. El rango de edad fue de 38 a 47 años (edad media 42,5 años).

Todos los pacientes se encontraban bien de salud, no tomaban ninguna medicación que pudiera alterar el metabolismo óseo o la calcificación de los huesos, y requerían un mínimo de dos implantes. Todos los implantes tenían que colocarse sobre hueso nativo no patológico. Los implantes se colocaron al menos 6 meses después de las extracciones dentarias.

Selección de los implantes

Para definir y limitar mejor este estudio clínicoradiológico, se escogió un solo tipo de superficie de implante: chorreada con arena, de grano grande, y grabada al ácido (SLA). Por otra parte, todos los implantes empleados fueron Seven y Biocom (MIS, Shlomi, Israel). Las longitudes de los implantes empleados fueron de 10 mm, 11,5 mm y 13 mm.

Técnica quirúrgica tradicional

La colocación de implantes con la técnica quirúrgica tradicional se llevó a cabo siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante, que incluía el siguiente procedimiento de perforación: primero se empleó una fresa redonda, seguida de fresas de diámetros de 2 y 3 mm. Para realizar la preparación final de osteotomía del hueso se empleó una fresa de un solo uso, específica para el diámetro del implante y que venía incluida en el set comercial.

Técnica piezoeléctrica

La colocación del implante con la técnica piezoeléctrica se llevó a cabo empleando el kit nuevo de puntas para implantes de EMS (Nyon, Suiza) en 20 pacientes y el kit nuevo de puntas para implantes para maxilares anteriores y posteriores, fabricado por Mectron (Genova, Italia) en los otros 20 pacientes.

Los protocolos de los fabricantes definen el empleo de la siguiente secuencia de puntas: MB1 a MB6 en el protocolo EMS y OP5, IM2, OT4 y IM3 en el protocolo

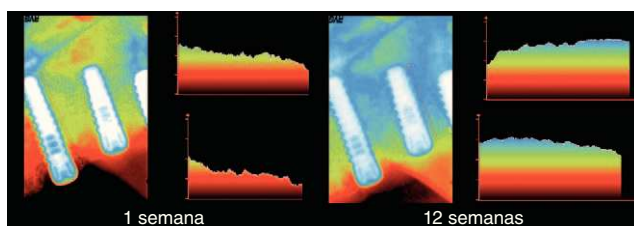


Figura 1. Densitometría ósea una semana después de la cirugía y en el seguimiento de las 12 semanas con preparación tradicional del alveolo implantario (implante izquierdo) y preparación piezoquirúrgica (implante derecho).

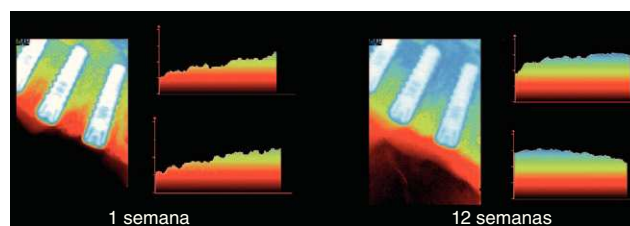
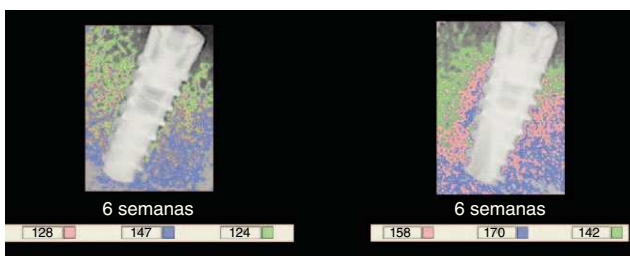


Figura 2. Densitometría ósea una semana después de la cirugía y en el seguimiento de las 12 semanas con preparación tradicional del alveolo implantario (implante izquierdo) y preparación piezoquirúrgica (implante derecho). En este caso clínico se muestra una densidad ósea similar.

Figura 3. Densitometría ósea en el seguimiento de 6 semanas con preparación tradicional del alveolo implantario (implante izquierdo) y preparación piezoquirúrgica (implante derecho). Se observan defectos marginales en el implante óseo en la preparación tradicional y una densitometría más baja en comparación con la piezocirugía.



Mectron. La perforación quirúrgica se lavó con agua doblemente destilada empleando la perfusión desde la punta de piezocirugía o Piezon Master Surgery, después de cada uso de las puntas.

Después del uso de la última punta, se colocaron los implantes empleando el micromotor quirúrgico sin la fresa final de un solo uso del fabricante del implante.

Procedimiento de seguimiento radiológico

Se tomaron radiografías periapicales empleando el mismo aparato de rayos X (Image Rx System, De Gotzen, Legnano, Italia) y el RVG Kodak 6000 como sensor digital (Kodak Carestream Health, NY, USA). El tiempo de exposición fue el mismo en todas las radiografías. Las radiografías se tomaron inmediatamente después de la colocación de los implantes y 30, 60, y 90 días después de la cirugía.

Se estudió la densidad ósea, empleando el programa informático de análisis RVG, con la aplicación de densitometría. En cada implante, se escogieron cuatro puntos definidos y reproducibles; el área de microrroscado, la primera rosca coronal, la parte media del implante, y la última rosca apical del implante. Los valores se evaluaron mesial y distalmente en cada implante.

Cada punto de datos se convirtió en un valor, que se correlacionó con el mismo punto de datos/valor del periodo de seguimiento para crear así un histograma de

densidad ósea durante el proceso de osteointegración. En cada implante colocado empleando ambos procedimientos quirúrgicos se reconocieron todos los puntos de datos/valores. Después, se resumieron todos los puntos de datos/valores de una sola superficie de implante, mesial y/o distalmente. Se compararon los valores medios y medianos del procedimiento de cirugía tradicional con los del procedimiento piezoeléctrico.

Resultados

Todos los pacientes completaron satisfactoriamente el estudio. Al término del estudio todos los implantes eran estables y se habían osteointegrado, y no se había registrado ningún tipo de inflamación durante el tiempo de curación (figs. 1 a 9).

El valor de densidad ósea media de todos los implantes después de la colocación de los mismos mediante la técnica piezoeléctrica (densidad ósea a T0 = 167 para el grupo Mectron y 160 para el grupo EMS) fue más elevado que el de los implantes colocados con el procedimiento de taladrado tradicional (densidad ósea a T0 = 135 y 137 para los grupos tradicionales) y cambió después de un periodo de tres meses (densidad ósea a T1 = 168 para el grupo Mectron y 175 para el grupo EMS frente a 142 y 140 en los grupos tradicionales).

La calidad de hueso se categorizó de acuerdo con la clasificación de Norton y Gamble¹⁶ (tabla 1), que corre-

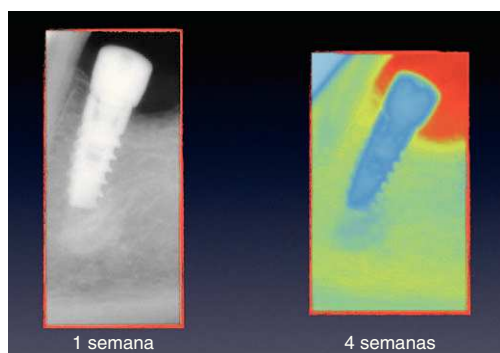


Figura 4. Densitometría ósea una semana después de la cirugía y en el seguimiento de 4 semanas con preparación tradicional del alveolo implantario. Se observa un buen contacto implante hueso.

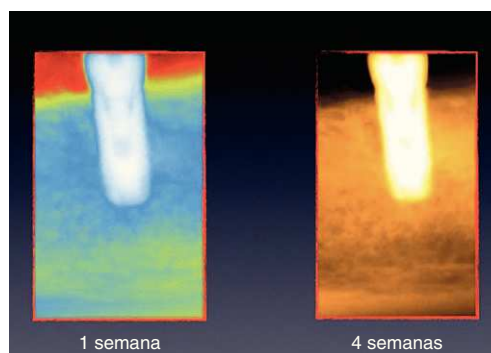


Figura 5. Densitometría ósea una semana después de la cirugía y en el seguimiento de 4 semanas con preparación ultrasónica EMS del alveolo implantario. Presencia de un hueso más denso a las 4 semanas.

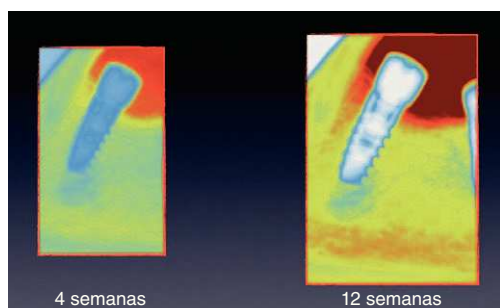


Figura 6. Densitometría ósea a las 4 semanas después de la cirugía y en el seguimiento de 12 semanas con preparación tradicional del alveolo implantario. Se sigue observando una lesión de cementoma que no ha variado de tamaño.

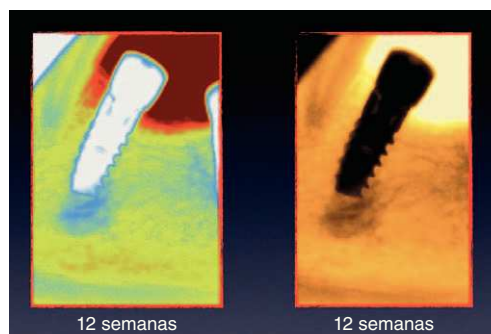


Figura 7. Densitometría ósea en el periodo de seguimiento de 12 semanas con preparación tradicional (implante izquierdo) y preparación piezoquirúrgica (implante derecho).

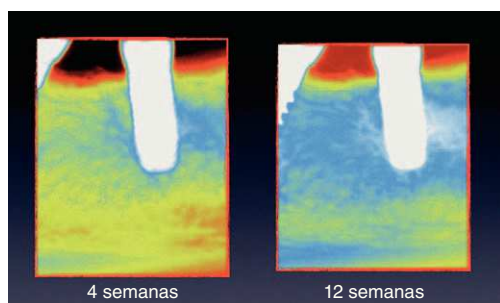


Figura 8. Densitometría ósea a las 4 semanas después de la cirugía y en el periodo de seguimiento de 12 semanas con preparación del alveolo implantario con ultrasonidos EMS. Se observa una elevada densidad de hueso a las 12 semanas que recuerda a la imagen histológica de canalículos óseos de un hueso calcificado.

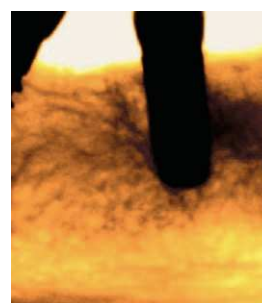


Figura 9. Densitometría ósea después de un periodo de seguimiento de 12 semanas con preparación del alveolo implantario mediante ultrasonidos EMS. Se observa la presencia definitiva de un hueso de alta densidad, y el implante aparece totalmente osteointegrado.

lacionaron sus hallazgos de densidad ósea de hueso alveolar con la clasificación de calidad subjetiva descrita por Lekholm y Zarb¹⁷. En la clasificación de Lekholm y Zarb, la calidad 1 describe al hueso compacto homogéneo de alta calidad. La calidad 2/3 describe las «situaciones terapéuticas sencillas» que permiten al implante

una buena fijación primaria. En la calidad de hueso 4 hay que tener cuidado en la colocación de implantes porque el hueso es de mala calidad. La calidad 4 describe una «zona de fallo». No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las tasas de reabsorción entre los implantes colocados en el maxilar superior y la man-

Tabla 1. Calidad ósea de acuerdo con la clasificación de Norton y Gamble¹⁶

Calidad (Lekholm y Zarb ¹⁷)	Rango de densidad ósea (HU) (Norton y Gamble ¹⁶)	Región de interés
Calidad 1	> +850	Mandíbula anterior
Calidad 2/3	+ 500 a +850	Mandíbula posterior/maxilar anterior
Calidad 4	0 a +500	Maxilar posterior
Calidad 4*	< 0	Región de la tuberosidad

díbula mediante la técnica piezoeléctrica. La significación estadística fue de $p = 0,042$ (ANOVA).

Discusión

La osteotomía piezoeléctrica es una técnica basada en la vibración ultrasónica de un dispositivo de osteotomía que permite un corte preciso de las estructuras óseas sin daño de los tejidos blandos adyacentes³.

La aplicación de los ultrasonidos está ganando aceptación como terapia potencial para el tratamiento de fracturas óseas y daños tisulares complicados. Los dispositivos ultrasónicos transforman las vibraciones de las puntas en energía motora y calor. La energía motora produce la acción de corte, y el calor producido se reduce mediante irrigación. Algunos dispositivos son capaces de transformar la mayor parte de las vibraciones en energía sin llegar a producir calor en el extremo de la punta. Otros se calientan mucho y pueden producir quemaduras sobre los tejidos blandos a diferencia de los que permanecen fríos durante su uso.

Los estímulos ultrasónicos aceleran la curación de las fracturas hasta un 40% y mejoran la curación de tendones y ligamentos promoviendo la proliferación celular, la migración, y la síntesis de matriz por mecanismos desconocidos¹¹⁻¹⁵. Ramli et al.¹¹ investigaron el efecto de ultrasonidos de onda corta (1-MHz) y de onda larga (45-kHz) sobre la vascularidad de la membrana corioalantoica (CAM) de un huevo fertilizado y demostraron que los métodos ultrasónicos mostraban evidencia de un efecto angiogénico en comparación con los controles. Los resultados más efectivos se vieron con la aplicación directa de una onda de 45-kHz a una intensidad de 15 mW/cm², y con la aplicación indirecta de un medio de fibroblastos tratado con ultrasonidos a 1 MHz con una intensidad de 0,4 W/cm². Este modelo ha confirmado que los ultrasonidos pueden inducir angiogenesis in vivo¹¹. Los ultrasonidos pulsados de baja intensidad (LIPUS) se emplean de forma común en el tratamiento de las fracturas y en la promoción sin

unión de la aceleración de curación de las fracturas, e inducen osteoblastogenesis mediante la liberación de purinas, como la adenosintrifosfato, activando los receptores P2Y, fundamentalmente el receptor P2Y (1)¹². La investigación sobre LIPUS en modelos animales de fracturas ha demostrado resultados prometedores en la aceleración de la curación de las fracturas y en la promoción de curación de las mismas en lechos tisulares comprometidos. Existe un importante cuerpo de investigación celular y animal, que demuestra que LIPUS puede resultar beneficioso para la aceleración de la curación de fracturas normales y la promoción de curación de fracturas en lechos tisulares comprometidos¹²⁻¹⁵.

Scheven y colaboradores postularon que los ultrasonidos de baja frecuencia, baja intensidad promueven la reparación dentaria coronal endógena estimulando la formación de dentina a partir de los odontoblastos existentes o activando las células madre de la pulpa dental para que se diferencien en células productoras de dentina nueva reparadora. También creen que el tratamiento con ultrasonidos podría promover la formación de dentina y su reparación y que podría ejercer un potencial efecto beneficioso en el alivio de la hipersensibilidad dentinaria induciendo la oclusión de los túbulos dentinarios. Es de imaginar que el tratamiento con ultrasonidos pueda usarse en el futuro en la ingeniería de los tejidos dentales y en tratamientos que apliquen células madre en la regeneración de los tejidos dentales¹⁵.

Dado que los ultrasonidos son capaces de estimular efectos biológicos sobre las células tipo odontoblasto¹⁵, sobre los osteoblastos, y sobre las células osteogénicas, hemos supuesto que los ultrasonidos podrían ofrecer beneficios potenciales en la osteointegración. Nuestros resultados, basados en hallazgos radiológicos, apuntan resultados prometedores en la densidad ósea alrededor de los implantes dentales. Como la medición de esta densidad se basa en la visualización del pseudo-color del programa informático de imagen digital, está indicada la realización futura de un estudio de revalidación de la medición de la densidad con otro tipo de análisis, como la tomo-

grafía computarizada de haz de cono. El corto periodo de seguimiento se ha debido exclusivamente al tiempo que llevan en el mercado los dos kits ultrasónicos de implantes.

Conclusiones

Considerando la importancia de la calidad ósea en la cirugía de implantes y la consiguiente integración¹⁸, se hace evidente la necesidad de una herramienta clínica precisa y fiable para cuantificarla.

A pesar del limitado número de pacientes tratados, los resultados de este estudio piloto demostraron que (1) la preparación del alveolo implantario mediante la técnica piezoeléctrica promueve una mejor densidad ósea y osteogénesis, y (2) la técnica piezoeléctrica resulta predecible, habiendo demostrado una tasa de éxito del 100% en este estudio.

Se requiere un estudio de seguimiento más prolongado para confirmar esos datos preliminares prometedores. Son necesarios más estudios histológicos y en animales para evaluar el resultado que muestra el hueso recién formado con el transcurso del tiempo.

Bibliografía

1. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1–132.
2. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981; 52:155–70.
3. Vercellotti T. La chirurgia ossea piezoelétrica. *Dent Mod* 2003;5: 21–55.
4. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 413–419.
5. Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DM. Piezoelectric osteotomy: applications in periodontal and implant surgery [in French]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2007;108:431–440.
6. Happe A. Use of a piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: Report of 40 cases. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007;27:241–249.
7. Seshan H, Konuganti K, Zope S. Piezosurgery in periodontology and oral implantology. *J Indian Soc Periodontol* 2009;13:155–156.
8. Bovi M, Manni A, Mavriqi L, Bianco G, Celletti R. The use of piezosurgery to mobilize the mandibular alveolar nerve followed immediately by implant insertion: a case series evaluating neurosensory disturbance. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30: 73–81.
9. Beziat JL, Faghahati S, Ferreira S, Babic B, Gleizal A. Intermaxillary fixation: technique and benefit for piezosurgical sagittal split osteotomy. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2009;110:273–277.
10. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol* 2004;53: 207–214.
11. Ramli R, Reher P, Harris M, Meghji S. The effect of ultrasound on angiogenesis: an in vivo study using the chick chorioallantoic membrane. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24:591–596.
12. Alvarenga EC, Rodrigues R, Caricati-Neto A, Silva-Filho FC, Paredes-Gamero EJ, Ferreira AT. Low-intensity pulsed ultrasound-dependent osteoblast proliferation occurs by via activation of the P2Y receptor: Role of the P2Y(1) receptor. *Bone* 2009;46:355–362.
13. Della Rocca GJ. The science of ultrasound therapy for fracture healing. *Indian J Orthop* 2009;43:121–126.
14. Rutten S, Nolte PA, Korstjens CM, Klein-Nulend J. Low-intensity pulsed ultrasound affects RUNX2 immunopositive osteogenic cells in delayed clinical fracture healing. *Bone* 2009;45:862–869.
15. Scheven BA, Shelton RM, Cooper PR, Walmsley AD, Smith AJ. Therapeutic ultrasound for dental tissue repair. *Med Hypotheses* 2009; 73:591–593.
16. Norton MR, Gamble C. Bone classification: An objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:79–84.
17. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (eds). *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence. 1985:199–209.
18. Bryant SR. The effects of age, jaw site, and bone condition on oral implant outcomes. *Int J Prosthodont* 1998;11:470–490.