

Computergestützte Operation mit Piezozision



Francesco Milano, MD, DDS¹
Serge Dibart, DMD²
Lorenzo Montesani³
Laura Guerra, MD, DDS, MS⁴

Um kieferorthopädische Behandlungen bei erwachsenen Patienten aus funktionellen oder ästhetischen Gründen zu beschleunigen, wurden zahlreiche Operationsverfahren entwickelt. Die meisten dieser Verfahren sind invasiv. Die minimalinvasive Piezozision reduziert das Trauma mithilfe einer Kombination von Mikroinzisionen und lokalisierter piezoelektrischer Knochenchirurgie. In diesem Artikel wird die Kombination der Piezozision mit der Computertomografie vorgestellt. Mit einem dreidimensionalen Kiefermodell lassen sich Tiefe und Verlauf der Kortikotomien präzise planen und eine Operationsschablone anfertigen, um Schäden an den Zahnwurzeln zu verhindern. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 499–505.)

Der Einsatz der minimalinvasiven Piezozision zur Beschleunigung der kieferorthopädischen Behandlung wurde bereits an anderer Stelle beschrieben¹. Der Ansatz trägt der schon seit Langem bekannten Tatsache Rechnung, dass Verletzungen des Alveolarknochens zu einer vorübergehenden Demineralisierung und einer regionalen Zunahme des Knochenumsatzes führen. Wegen dieser transienten Osteopenie, die im Rahmen des Regional Acceleratory Phenomenon (RAP)^{2–5} auftritt, ist der Knochen für einen gewissen Zeitraum leichter verformbar, sodass rasche kieferorthopädische Zahnbewegungen möglich sind. Mit der Kombination von Mikroinzisionen und minimalen piezoelektrischen Einschnitten der bukkalen Kortikalis lässt sich das RAP mit minimalem Trauma auslösen. Dadurch wird die Tragedauer der Brackets deutlich reduziert, was bei erwachsenen Patienten, die sich zur kieferorthopädischen Behandlung vorstellen, oft erwünscht ist.

Obwohl die Piezozision deutlich weniger invasiv ist als früher übliche Verfahren mit der Mobilisation von bukkalen und lingualen Vollschichtlappen und einer ausgedehnten Dekortikation des bukkalen und lingualen Alveolarknochens, muss sie in Wurzelnähe wegen der Gefahr einer Wurzelschädigung mit der höchstmöglichen Präzision durchgeführt

¹ Privatpraxis für Parodontologie und Implantologie, Bologna, Italien.

² Professor und Leiter, Department of Periodontology and Oral Biology, Boston University Henry M. Goldman School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.

³ Senior Dental Student, School of Dental Medicine, University of Tor Vergata, Rom, Italien.

⁴ Gastprofessorin, Department of Postgraduate Orthodontics, School of Dental Medicine, Ferrara University, Ferrara, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Laura Guerra, Via Clavature, 1 – 40124 Bologna, Italien. Fax: +39 051-239889. E-Mail: studiomilanoguerramilano@gmail.com

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

werden. Vor dem Versuch, die kieferorthopädische Behandlung mittels Piezozision zu beschleunigen, ist es in diesen Fällen von großem diagnostischem Wert, ein Computertomogramm (CT) anzufertigen. Aus den CT-Daten wird eine dreidimensionale Rekonstruktion des Kiefers angefertigt, mit deren Hilfe Tiefe und Verlauf der Dekortikationen präzise geplant werden können. Danach wird eine genaue Operationsschablone hergestellt, die gemeinsam mit den präzisen chirurgischen Instrumenten zum Einsatz kommt.

In dem vorliegenden Artikel wird die erfolgreiche und rasche Behandlung einer Patientin beschrieben, die einen unterentwickelten Unterkiefer und eine maxillomandibuläre dentoalveoläre Protrusion zeigte. Die Behandlung wurde mit Piezozision in Kombination mit einer Operationsschablone ausgeführt, die anhand der Daten eines präoperativen CT angefertigt wurde.

Fallbericht

Eine 40-jährige Patientin wurde wegen ihres nicht ästhetischen Lächelns vorgestellt. Die extraorale Untersuchung ergab ein symmetrisches Gesicht mit gutem Weichgewebeprofil und guter vertikaler Weichgewebeshöhe. Die Lippen waren groß und weich mit gut abgegrenzter Rotfärbung und einem Lippenschluss in Ruhelage. Außerdem wurden sie durch die Labialneigung der oberen und unteren Schneidezähne gestützt. Dies maskierte die skelettale Fehlstellung, kompensierte den kurzen Unterkiefer und erzeugte ein recht ästhetisches Profil. Trotz der akzeptablen Gesichtsästhetik waren die Kiefer zu klein mit Crowding und Abrasionen der Zähne sowie zahlreichen Schmelzdefekten. Aus skelettaler Sicht bestand ein Klasse-II-Muster mit kurzem Unterkiefer, einer hohen Angle-

Klasse, einer maxillomandibulären dentoalveolären Protrusion und einer dentalen Kompensation des skelettalen Overjet (Abb. 1a bis c).

Behandlungsplanung

Es wurde ein idealer Behandlungsplan aufgestellt. Er sah die Extraktion aller vier Prämolaren vor sowie eine präoperative Behandlung, gefolgt von einer operativen kieferorthopädischen Behandlung, ein kieferorthopädisches Finishing und einen Retainer nach Abschluss der chirurgisch-kieferorthopädischen Phase. Da ihr die Behandlung jedoch zu lange dauerte und zu invasiv war, lehnte die Patientin diesen Plan ab. Daraufhin wurde ihr eine alternative Behandlung mittels Piezozision, Nivellierung und Ausrichtung aller Zähne, Erhalt der anteroposterioren Beziehung, Kiefererweiterung, Verbesserung der inzisalen Beziehung, Korrektur der Mittellinien und Aufrichtung der Frontzähne vorgeschlagen. Diese Behandlung war zwar keine ideale Lösung für eine funktionelle und ästhetische Rehabilitation, wurde aber von der Patientin akzeptiert. Die Behandlung wurde beschleunigt und die kieferorthopädischen Bewegungen durch Dekortikationen beider Kiefer zu verschiedenen Zeitpunkten (sequenzielle Piezozision) erleichtert.

Um beim Einbringen der Brackets im Unterkiefer okklusale Interferenzen zu vermeiden, wurde zunächst der Oberkiefer expandiert und neu ausgerichtet. Eine derartige Interferenz kann bei Patienten mit asymptomatischer Myoarthropathie verheerende Folgen haben. Es wurde entschieden, den oberen linken zentralen und lateralen Schneidezahn und den oberen linken Prämolaren wegen ihrer akzeptablen Position nicht zu bewegen. Stattdessen wurden diese Zähne mit einem lingualen Klebretainer gesichert und keine Dekorti-

kation zwischen ihnen durchgeführt, um ihre Verankerung nicht zu gefährden. (Eine Dekortikation an diesen Zähnen hätte wegen der lokalisierten Demineralisierung des Knochens ihre Verankerung beeinträchtigt.) Im Ergebnis führt eine derartige Behandlung zur Tarnung der skelettalen Malokklusion – ein guter Kompromiss für die Patientin.

Wegen des Crowdings der Zähne und der nahe stehenden Wurzeln wurde entschieden, dass die Patientin von einem präoperativen CT, das eine sichere Behandlungsplanung ermöglicht, profitieren würde.

Behandlung

Kieferorthopädische Behandlung

Die Behandlung sollte im Oberkiefer beginnen. Um das Crowding zu beheben und die maxilläre Mittellinie zu erhalten, wurde die Verankerung ergänzt, indem ein palatinaler Retainer an den oberen linken Schneidezähnen und dem Eckzahn befestigt wurde. Sobald dieser Schritt abgeschlossen war, erfolgte die Unterkiefersequenz mit computergestützter Piezozision und Optimierung der Kieferform durch eine transversale Expansion, wobei die ursprüngliche Labialneigung der Unterkiefer-schneidezähne beibehalten wurde. Zur Korrektur des Eckzahns und des Klasse-II-Musters der Molaren erhielt die Patientin Klasse-II-Gummizüge sowie Criss-Cross-Gummizüge, die sie täglich 24 Stunden tragen sollte. Am Ende der kieferorthopädischen Behandlung und vor der restaurativen Rehabilitation wurde im Unterkiefer von Eckzahn zu Eckzahn ein festsitzender Retainer angebracht. Weiterhin erhielt die Patientin zwei herausnehmbare Retainer für den Ober- und den Unterkiefer, die sie nachts tragen sollte.



Abb. 1a Extrale Frontalansicht der Patientin vor der Behandlung.



Abb. 1b Intraorale frontale Fotografie.

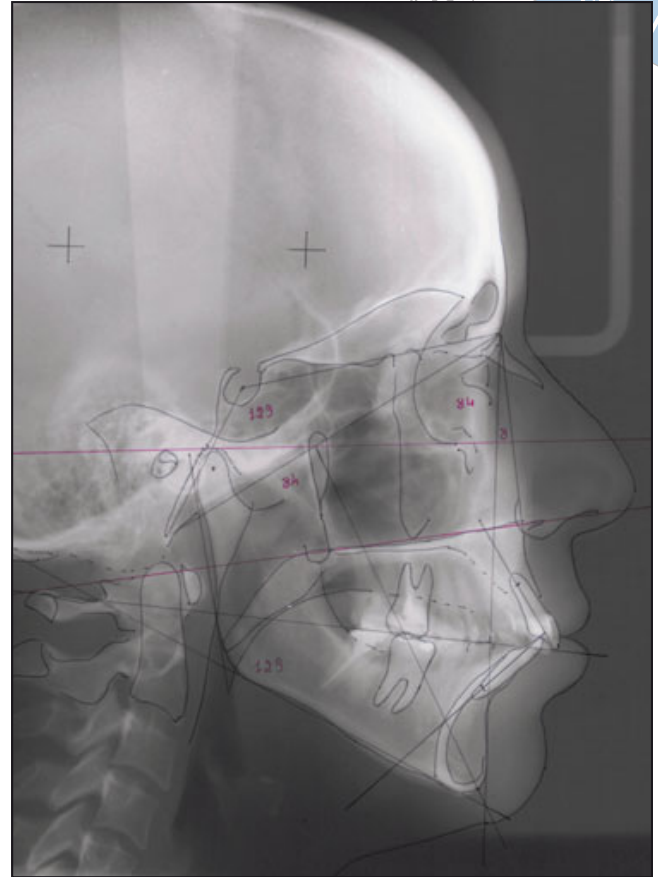


Abb. 1c Laterale zephalometrische Röntgenaufnahme vor der Behandlung. Die Patientin wies ein Klasse-II-Muster mit kurzem Unterkiefer, einer hohen Angle-Klasse, einer maxillomandibulären dentoalveolären Protrusion und einer dentalen Kompensation des skeletalen Overjets auf.

Computergestützte Piezozision

Die Behandlung begann mit Abformungen und dem Anfertigen eines Gipsmodells, auf dem das Labor eine Scanschablone aus Kunststoff herstellte. Der anteriore Anteil dieser Schablone enthielt einen röntgendichten Referenzmarker.

Bei der CT-Untersuchung wurde diese Schablone in den Mund der Patientin gesetzt, ein hochauflösendes CT (GE Healthcare, 64 Schichten, axial 0,675 mm, Matrix 512 x 512) angefertigt und in die digitale Planungssoftware importiert. Anschließend

wurde ein dreidimensionales Computermodell der oralen Anatomie der Patientin erstellt (Abb. 2a bis c) und mithilfe des röntgendichten Markers über den Scan des Gipsmodells, der den gleichen Marker enthielt, gelegt. Ausgestattet mit ausführlichen und präzisen Informationen über die Lage der Zahnwurzeln und Kieferhöhlen plante der Operateur in Zusammenarbeit mit dem Kieferorthopäden die Länge, Tiefe und Position von 11 Inzisionen im Oberkiefer (Abb. 3a bis c).

Anschließend wurden die Inzisionen mit einer CNC-Fräsmaschine auf die Schablone übertragen. Die

Schnitte wurden so angelegt, dass sie den piezoelektrischen Ansatz, der verwendet werden sollte, genau aufnehmen konnten.

Unmittelbar präoperativ wurden die kieferorthopädischen Brackets in den Mund der Patientin eingebracht (Abb. 4a) und die linken oberen Schneidezähne und der Eckzahn wie geplant geschient (Abb. 4b). Anschließend wurde die Schablone in den Mund eingesetzt (Abb. 5) und für die Operation mit Kunststoff stabilisiert. Nach Lokalanästhesie erfolgten alle geplanten Periostinzisionen mit einer Skalpellklinge Nr. 15. Anschlie-

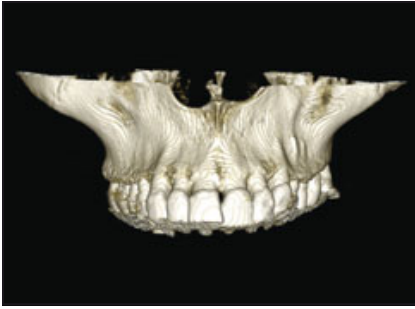


Abb. 2a Aus den CT-Aufnahmen rekonstruiertes, dreidimensionales Computermodell der oralen Anatomie.

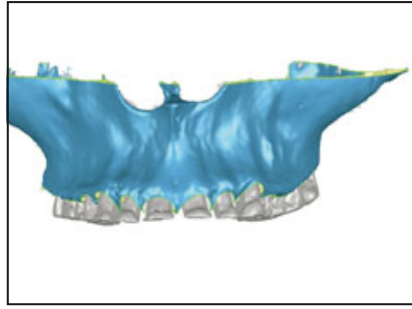


Abb. 2b und c Die digitale Planungssoftware erlaubt das selektive Betrachten einzelner anatomischer Komponenten.

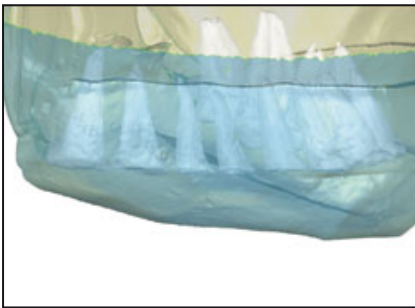
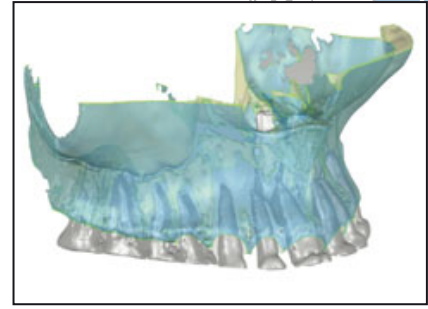


Abb. 3a Die Operationsschablone auf dem dreidimensionalen Computermodell.

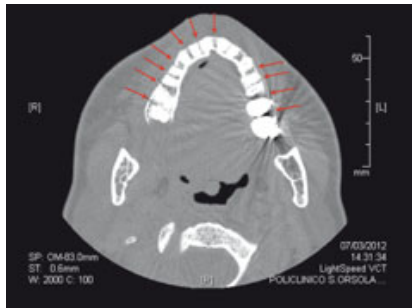


Abb. 3b und c Planung der virtuellen Kortikotomien mit Darstellung der Wurzeln.

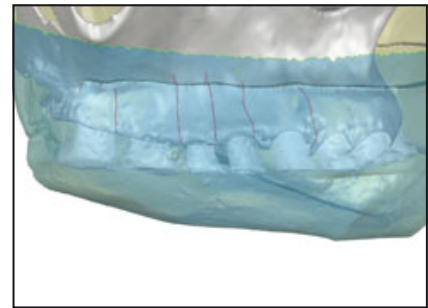


Abb. 4a (oben) Kieferorthopädische Brackets in situ.

Abb. 4b (rechts) Schienung des oberen linken Schneidezahns und Eckzahns mit einem starren, geklebten lingualen Bogen, um die skelettale Malokklusion zu verdecken.





Abb. 5 Nachdem die geplanten Inzisionen auf die für den CT-Scan verwendete Kunststoffschablone übertragen wurden, wurde die Schablone in den Mund der Patientin eingepasst.

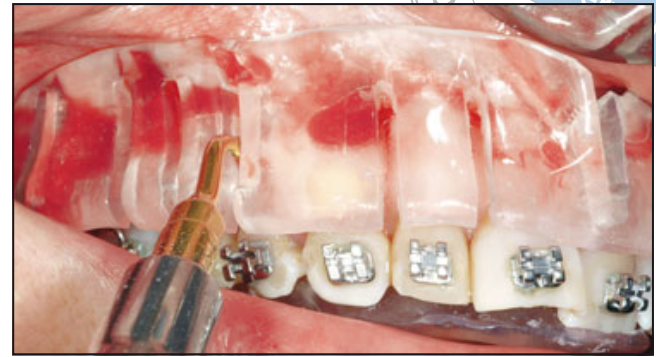


Abb. 6 Nach Periostinzisionen wurden die Knochenschnitte mit dem piezoelektrischen Instrument durchgeführt, wobei die Operationschablone Position und Tiefe der Schnitte festlegte, um Wurzelschäden zu verhindern.

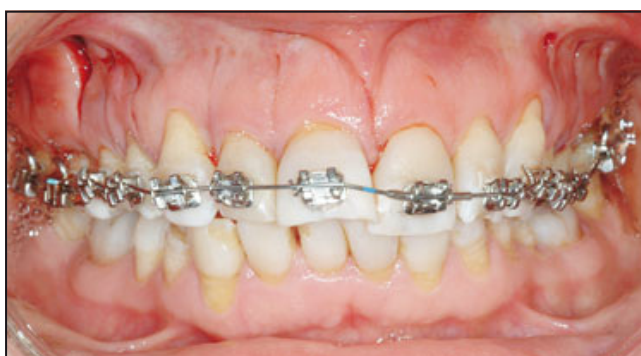


Abb. 7 Intraorale faziale Ansicht 15 min nach Abschluss der piezoelektrischen Operation.

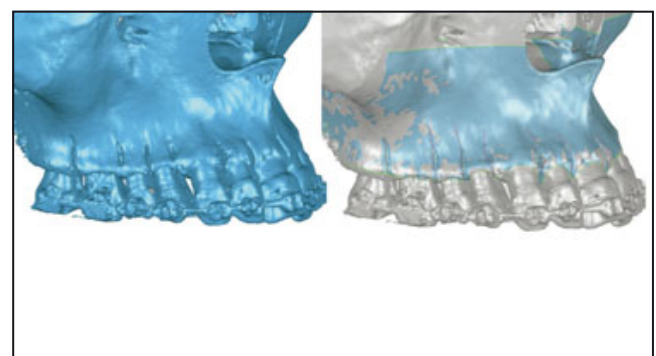


Abb. 8 Nach dem Verbinden des kieferorthopädischen Drahts wurde mit einem weiteren CT überprüft, ob die Wurzeln unbeschadet waren und die geplanten und durchgeführten Inzisionen präzise übereinanderlagen.

ßend wurden mit einem piezoelektrischen Skalpell die Knochenschnitte durchgeführt. Hierzu diente ein Spezialansatz, der eine Eindringtiefe von 3 mm sicherte (Abb. 6).

Die Inzisionen wurden mit Mull, der mit antifibrinolytischer Tranexamsäure getränkt war, komprimiert und der Kieferorthopäde befestigte sofort kieferorthopädischen Draht an den Brackets (Abb. 7). Da die Patientin Angst vor einer möglichen chirurgischen Schädigung ihrer Zahnwurzeln hatte, wurde ein weiteres CT erstellt.

Dieses bestätigte die hohe Übereinstimmung der virtuellen und der tatsächlichen chirurgischen Inzisionen (Abb. 8).

Die Patientin erhielt ein leichtes Analgetikum zur Schmerzkontrolle. In den folgenden Tagen berichtete sie weder von einem Hämatom noch von einer Schwellung. Postoperativ wurde die kieferorthopädische Apparatur sechs Monate lang alle 15 Tage angepasst (Abb. 9). Die kieferorthopädische Apparatur wurde nach 10 Monaten entfernt – 14 Monate früher

als bei einer konventionellen kieferorthopädischen Behandlung. Dann wurde im Unterkiefer von Eckzahn zu Eckzahn ein festsitzender Retainer eingebracht und die Patientin erhielt zwei weitere herausnehmbare Retainer für den Ober- und Unterkiefer, die sie nachts tragen sollte (Abb. 10).

Diskussion

Seit mehr als 10 Jahren werden immer wieder chirurgische Interventi-



Abb. 9 Intraorale faciale Ansicht 30 Tage postoperativ.



Abb. 10 Die intraorale faciale Ansicht am Ende der Behandlung zeigt die beiden herausnehmbaren Retainer, die die Patientin zusätzlich zum festsitzenden Retainer für die Retention von Eckzahn zu Eckzahn erhalten hat

onen entwickelt, mit denen sich die kieferorthopädische Behandlungszeit reduzieren lässt. In ihrer bahnbrechenden Arbeit beschreiben Wilcko et al.^{6,7} die Expansion des Alveolarkammvolumens durch eine ausgedehnte Dekortikation des exponierten Alveolarkamms in Kombination mit einer Knochentransplantation. Die spätere piezoelektrische Operation zur Erleichterung rascher Zahnbewegungen erfolgte mit der Mobilisation eines konventionellen Lappens⁸. Die Suche nach weniger invasiven, lappenlosen Möglichkeiten zur chirurgischen Schaffung von Knochenläsionen führte zur Entwicklung der sogenannten *Corticision-Technik*, bei der mit einer Skalpellklinge direkt durch Gingiva und Kortikalis geschnitten wird^{9,10}. Allerdings führte dieses Vorgehen oft zu postoperativer Benommenheit und benignem paroxysmalem Lagerungsschwindel¹¹. Die 2009 eingeführte Piezozision¹² ging mit einem deutlich geringeren Trauma der Patienten einher und kann mit einer selektiven Tunnelung, die eine Weich- oder Hartgewebetransplantation ermöglicht, kombiniert werden.

Die digitale Planung der Piezozisionen und ihre Platzierung mit einer

Schablone, die anhand der CT-Daten angefertigt wurde (wie es in dieser Studie erfolgt ist), verhindert zuverlässig eine Schädigung der Wurzeln und anderer Strukturen, wie der Kieferhöhle und des N. alveolaris inferior. Obwohl bei dem hier vorgestellten Fall keine Transplantation erfolgt ist, ist die Weichgewebetransplantation bei mukogingivalen Defekten oder einem dünnen gingivalen Biotyp eine Option. Bei bukkalen Knochendefekten kann gleichzeitig auch eine Hartgewebeaugmentation durchgeführt werden.

Die chirurgische Beschleunigung der kieferorthopädischen Behandlung ist ideal für junge und ältere Erwachsene, die nicht so lange Brackets tragen wollen.

Die kieferorthopädische Behandlung mit computergestützter Piezozision ermöglicht dem zahnärztlichen Team eine sichere Halbierung der Behandlungsdauer. Durch die Verwendung einer präzisen Operationsschablone kann der Chirurg die Operation in allen Bereichen des Mundes durchführen, ohne die Schädigung von Wurzeln oder vitalen anatomischen Strukturen zu riskieren.

Danksagungen und Interessenerklärung

Die Autoren danken Lorenzo Giberti und Claudio Albi für die Unterstützung bei der Ausarbeitung der Operationsschablone. Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Dibart S, Surmenian J, Sebaoun JD, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: Two case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:487–493.
2. Frost HM. The regional acceleratory phenomena: A review. *Henry Ford Hosp Med J* 1983;31:3–9.
3. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(248):283–293.
4. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part II. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(248):294–309.
5. Bogosh E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits—Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. *J Orthop Res* 1993;11:285–291.

6. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: Two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:9–19.
7. Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot JE, Wilcko T. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: Case report. *World J Orthod* 2003;4:197–205.
8. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: A new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:325–331.
9. Park KG, Kang SG, Kim SJ. Accelerated tooth movement by Corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujyutsu Taikai, Sokai* 2006;48:6.
10. Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2009;79:284–291.
11. Peñarrocha-Diago M, Rambla-Ferrer J, Perez V, Pérez-Garrigues H. Benign paroxysmal vertigo secondary to placement of maxillary implants using the alveolar expansion technique with osteotomes: A study of 4 cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:129–132.
12. Dibart S, Sebaoun JD, Surmanian J. Piezocision: A minimally invasive periodontically accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 2009;30:342–344.