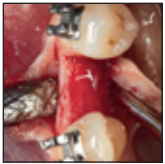


Schnelle kieferorthopädische Behandlung nach Split-crest-Verfahren – ein kombinierter chirurgisch-kieferorthopädischer Ansatz zur Herstellung eines Implantatlagers: Ein Fallbericht



Francesco Amato, MD, DDS, PhD*
A. Davide Mirabella, DDS, MSD**
Diego Borlizzi, DDS*

In diesem Artikel wird ein klinischer Fall vorgestellt. Die Patientin war im unteren Seitenzahnbereich bilateral teilbezahnt und zeigte eine ausgeprägte horizontale und vertikale Knochenatrophie. Sie wurde mit einem neuen Ansatz mit rascher kieferorthopädischer Therapie nach einer Alveolarkammspaltung behandelt. Das Split-crest-Verfahren erfolgte mit piezochirurgischen Instrumenten im Bereich des ersten Molaren und zweiten Prämolaren zur Aufweitung des Knochenkammes und zur Eröffnung eines Kanals für die Zahnbewegung. Unmittelbar anschließend wurden die ersten Prämolaren kieferorthopädisch nach distal und die zweiten Molaren nach mesial in den Operationsbereich bewegt. Grundgedanke war, die kieferorthopädischen Zahnbewegungen zu erleichtern und zu beschleunigen. Das ist normalerweise bei einem dünnen Alveolarkamm (knife-edge) schwierig. Der Knochendefekt wurde mit dem Alveolarknochen der Nachbarzähne aufgefüllt, die in den operativ eröffneten Kanal bewegt worden waren. Im Bereich des ersten Prämolaren wurde ein ausreichendes Knochenvolumen für die Implantation erreicht. Die Implantate wurden gesetzt, und die Patientin erhielt eine Restauration. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:375–382.)

* Privatpraxis, Catania, Italien.

** Assistenzprofessor, Department of Orthodontics, University of Ferrara, Ferrara, Italien;
Privatpraxis, Catania, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Francesco Amato, Viale A. De Gasperi, 187, 95127 Catania, Italien.
E-Mail: dr.amatofrancesco@libero.it

Der frühzeitige Verlust oder die Agenesie der Seitenzähne geht oft mit einer schweren Alveolarkammatrophie einher. Die Resorption findet überwiegend und am schnellsten horizontal statt. Dabei nimmt die Alveolarkambbreite in den ersten 12 Monaten um bis zu 50 % ab^{1, 2}. Die auf die Zahnextraktion folgende Resorption des Bündelknochens beeinträchtigt die alveoläre Bukkalplatte, sodass es zum horizontalen Kollaps kommt^{2, 3}. Bei der Behebung horizontaler Defekte ist das Split-crest-Verfahren erfolgreich angewendet worden^{4, 5}. Mit dieser Technik können nachweislich zu schmale Alveolarkämme verbreitert werden, um ein Implantatlager zu schaffen⁶. Oft wird eine zusätzliche vestibuläre Knochentransplantation vorgeschlagen, um die Knochendicke zu erhöhen und eine Knochenresorption nach der Expansion zu verhindern⁷. Eine Alternative zur operativen Augmentierung ist die horizontale (distale oder mesiale) Bewegung von Zähnen in den atrophierten Alveolarkamm^{8, 9}. In klinischen Berichten^{8–10} und Studien wurde gezeigt, dass sich die stützenden Parodontalgewebe und der Alveolarknochen gleichzeitig mit dem Zahn in einen unbezahnten Bereich bewegen, in dem das horizontale und vertikale Knochenangebot reduziert ist. Dadurch entstehen auf

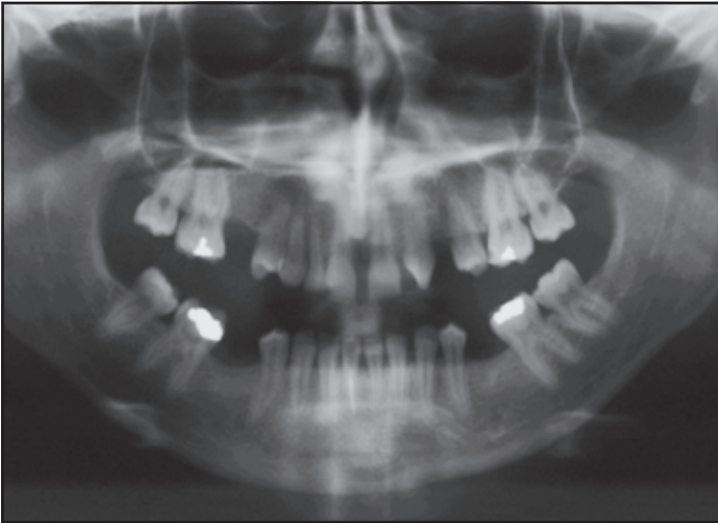


Abb. 1 Die initiale Panoramaröntgenaufnahme zeigt mehrere fehlende Zähne und Defekte.



Abb. 2a und b (links) Laterale und (rechts) okklusale Ansicht des Defekts am unteren zweiten Prämolaren/ersten Molar.

der Spannungsseite Knochen und Bindegewebe, die ihre ursprüngliche Höhe und Breite beibehalten und einen Bereich zurücklassen, in den ohne vorherige Transplantation ein Implantat gesetzt werden kann¹¹. Allerdings lassen sich Zähne nur schwer und langsam und mit erheblichen Risiken in einen schmalen Alveolarkamm bewegen¹². Vor Kurzem wurden intraossäre Inzisionen empfohlen, um die kieferorthopädischen Bewegungen zu beschleunigen^{13, 14}. Angewandt wurde dieses Verfahren überwiegend bei Crow-

ding oder zur Alveolarkammexpansion¹⁵. Im vorliegenden Fall ist eine Knochenregeneration erforderlich, damit die Patientin eine implantatgetragene Restauration erhalten kann.

Fallbericht

Eine 32-jährige Frau stellte sich in der Praxis der Autoren vor. Ihr Lächeln war unästhetisch, und sie wünschte den Ersatz ihrer fehlenden Zähne (Abb. 1). Die intraorale Unter-

suchung ergab einen adäquaten Overbite und Overjet, eine transversale Diskrepanz, die Agenesie mehrerer Zähne, eine Mesialklippung der Molaren, eine fehlende Front- und Eckzahnführung sowie eine schwere Atrophie der unbezahnten Bereiche. Besonders ausgeprägt war diese im Bereich des zweiten Prämolaren/ersten Molaren. Dort zeigte sich eine starke Atrophie der Hart- und Weichgewebe, ein sehr dünner (knifedge) Alveolarkamm mit fortgeschrittener horizontaler Komponente und ein Defekt mit mittelschwerer

Abb. 3 (links) Dünner Alveolarkamm im unbezahnten Unterkiefer.

Abb. 4 (rechts) Horizontale krestale Inzision.

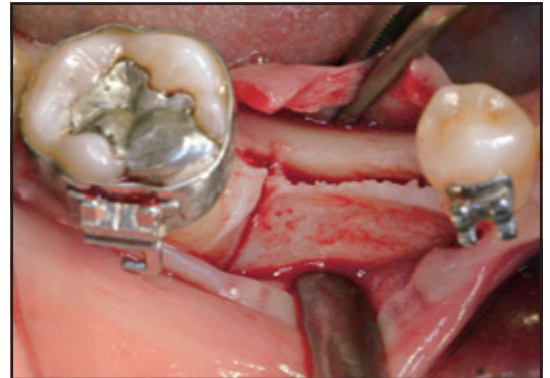
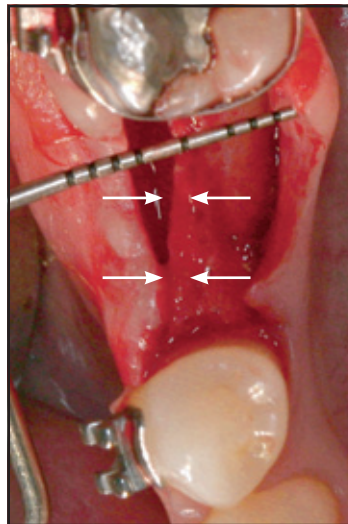


Abb. 5 Durch die gespaltenen Kortikalisplatten entsteht ein Kanal für die kieferorthopädisch gesteuerte Bewegung der ersten Prämolaren.

vertikaler Komponente (Abb. 2a und 2b).

Der Behandlungsplan sah eine Ausrichtung der Zahnbögen vor, einen Ausgleich der Okklusalebene sowie eine Korrektur der Okklusion durch kieferorthopädische Maßnahmen. Mithilfe von Piezosurgery-Instrumenten (Mectron Medical Technology) wurden im unbezahnten Bereich Kanäle geschaffen, die bei der Bewegung der angrenzenden Zähne helfen sollten. Die Defekte wurden mit dem Alveolarknochen der bewegten Zähne aufgefüllt. Zwischen

dem Eckzahn und dem ersten Prämolaren wurde Platz geschaffen für das Setzen von Implantaten. Ziel war die Versorgung mit einer implantatgetragenen Restauration.

Im Ober- und Unterkiefer wurden kieferorthopädische Apparaturen eingesetzt (Victory Series, 3M/Unitek), 10 Monate später erfolgte die Operation. Nach mittkrestaler Inzision mit einem Sklapell Nr. 15C (Hu-Friedy) wurde ein Mukoperiostlappen abgehoben und der dünne Alveolarkamm freigelegt (Abb. 3). Mit einem Piezosurgery-Instrument

erfolgten eine mittkrestale Inzision und zwei vertikale Entlastungsschnitte durch die Kortikalis bis tief in den verbliebenen Markraum (Abb. 4). Abgeschlossen wurde die Alveolarkammspaltung mit einem Ochsenbein-Meißel (Hu-Friedy) zur Auftrennung der beiden Kortikalisplatten. Damit wurde ein Kanal erzeugt, der breit genug für die kieferorthopädisch geführte Bewegung der Nachbarzähne war (Abb. 5).

Die beiden Kortikalisplatten wurden mit einem Kollagenschwamm auseinandergelassen. Der Lappen-



Abb. 6 Elastische Kette vom zweiten Molar zum ersten Prämolare, um eine Bewegung im neugebildeten Kanal zu initiieren.

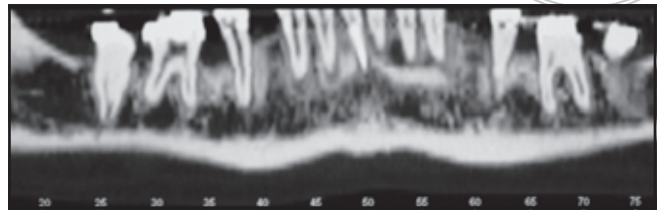


Abb. 7 Das CT zeigt die Qualität und Quantität des neugebildeten Knochens, der dicht und kortikalisartig erscheint.



Abb. 8 Implantate, die zur kieferorthopädischen Verankerung und Vervollständigung der Ausrichtung dienen.

schluss erfolgte mit 4-0-Seidenfäden (Ethicon). Unmittelbar danach wurde auf beiden Seiten eine elastische Kette vom zweiten Molaren über den ersten Prämolaren gespannt und mit der Bewegung der Zähne in den operativ eröffneten Alveolarkamm begonnen. Mit einem 0,019x0,025-Inch-Stahlhybridbogen (3M/Unitek) wurde für eine möglichst natürliche Bewegung gesorgt (Abb. 6).

Später wurde die kieferorthopädische Bewegung mit offenen Nickel-Titan-Federn beschleunigt. Nach sieben Monaten waren die ersten Prämolaren so weit nach distal bewegt worden, dass sie die zweiten Molaren erreichten. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Knochendefekt aufgefüllt und distal des Eckzahns ein 7-mm-Bereich aus neugebildetem Kno-

chen belassen. Qualität und Quantität des erzeugten Knochens wurden computertomografisch überprüft. Die Untersuchung erbrachte eine vertikal und horizontal ausreichende Neubildung von dichtem, kortikalem Knochen (Abb. 7).

Im Bereich des ersten unteren Prämolaren wurde beidseits ein 3,25 x 11,5 mm großes NT-Implantat (3i Biomet) gesetzt und sofort mit einer Einheilkappe versehen. Zwei Monate nach der Operation erfolgte die Abformung und zwei Wochen später wurden provisorische Kronen auf die Implantate gesetzt. Anschließend wurden die Implantate zur kieferorthopädischen Verankerung und Beendigung der kieferorthopädischen Behandlung verwendet (Abb. 8).

Diskussion

Die Implantatrehabilitation im atrophierten, unbezahnten Seitenzahn-bereich ist oft schwierig. Dies gilt insbesondere für den Unterkiefer, aufgrund des N. alveolaris inferior und der Prävalenz von Kortikalis. Hier hat sich die gesteuerte Knochenregeneration als erfolgreich erwiesen^{7, 16}. Das Behandlungsergebnis ist jedoch durch die Lappenabhebung, Muskelspannung, fehlende Vaskularisierung sowie die kaum vorhandene keratinisierte Gingiva gefährdet^{17, 18}. Zur Behandlung horizontaler Defekte wurden Split-crest-Verfahren vorgeschlagen⁵. Das klinische Ergebnis nach einer Alveolarkammspaltung ist im Oberkiefer aufgrund der vorhandenen Spongiosa vorhersagbar. Zu den physikalischen Eigenschaften des markhaltigen Knochens gehören Elastizität und Flexibilität; diese Eigenschaften erlauben eine atraumatische Expansion. Schwieriger ist die Alveolarkammexpansion im Unterkiefer, da dort kaum markhaltiger Knochen vorhanden ist, dafür aber Kortikalis. Die physikalischen Eigenschaften des Unterkieferknochens sind seine fehlende Elastizität und eine so hohe Resistenz gegenüber einer Expansion, dass eine Fraktur möglich ist. Neue Ultraschall-basierte Geräte zur Knochenschneidung haben sich bei der präimplantären Aufweitung von schmaler Kortikalis als effizient erwiesen. Anschließend konnten Implantate mit einer guten Primärstabilität gesetzt werden. Die Lappenabhebung und die vestibuläre Expansion der Kortikalisplatte kann sich jedoch verheerend auf das Knochenüberleben auswirken⁶. Neben den bereits erwähnten anatomischen Einschränkungen würde ein kombinierter vertikaler Defekt einen zusätzlichen operativen Eingriff erforderlich machen¹⁹.

Bei dieser Patientin wurde zunächst eine kieferorthopädische Behandlung vorgenommen, da sie eine Malokklusion zeigte, ein ideales Platzangebot für die Implantate fehlte und die Nachbarzähne in den unbezahnten Bereich gekippt waren. Dazu wurde eine horizontale Bewegung der unteren Molaren und Prämolaren in den unbezahnten Bereich geplant, um den Knochendefekt zu „füllen“ und den bislang vom ersten Prämolaren besetzten Bereich mit neugebildetem Knochen zu füllen. Obwohl diese Form der Behandlung nachweislich effektiv ist⁸⁻¹¹, ist aus der klinischen Erfahrung bekannt, dass die horizontale Bewegung in einen dünnen Alveolarkamm riskant und ineffektiv sein kann. Ein derartiger Alveolarkamm besteht fast überwiegend aus Kortikalis mit hoher mechanischer Resistenz gegenüber Zahnbewegungen. Studien zum kieferorthopädischen Schluss remodellierter Zahnlücken im Molarenbereich ergaben als mögliche unerwünschte Effekte einen unvollständigen Lückenschluss, eine Knochendehiszenz, den Verlust des marginalen Parodontalattachments, eine lange Behandlungsdauer sowie die gingivale Invagination an der Druckseite^{8, 20-22}.

In diesem klinischen Fall wies der Alveolarkamm eine starke horizontale Atrophie auf, und die Nachbarzähne mussten über eine lange Distanz bewegt werden. Allerdings hätte das Split-crest-Verfahren alleine die vertikale Komponente des Defekts nicht behoben und wäre bei einem solch dünnen Alveolarkamm traumatisch und schwer durchführbar gewesen.

Da die operative und kieferorthopädische Therapie alleine jeweils Einschränkungen unterliegen, wurden beide zum ROARS-Verfahren kombiniert (rapid orthodontics after ridge splitting/rasche kieferorthopädische Behandlung nach Alveo-

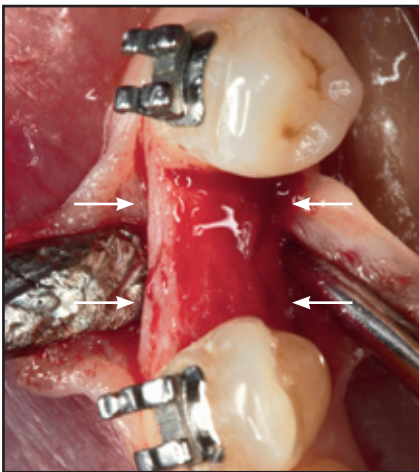


Abb. 9 Deutlich erkennbarer Breitengewinn des neugebildeten Knochens.

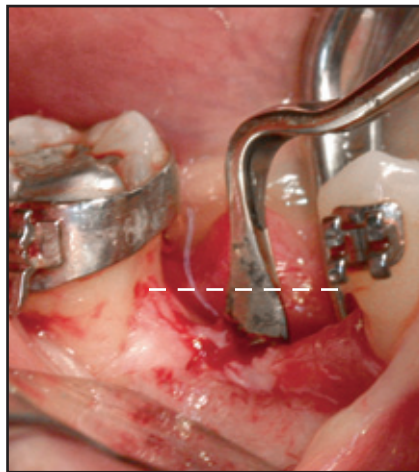


Abb. 10a und b Knochenhöhe (links) vor und (rechts) nach der ROARS-Behandlung.

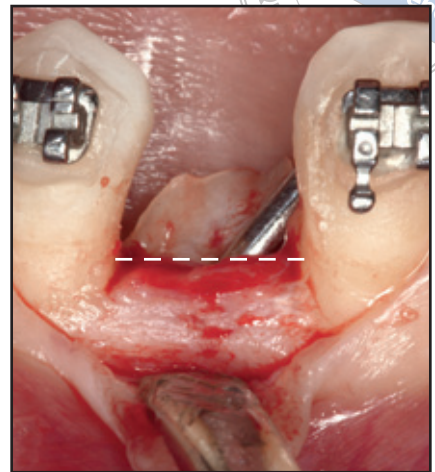
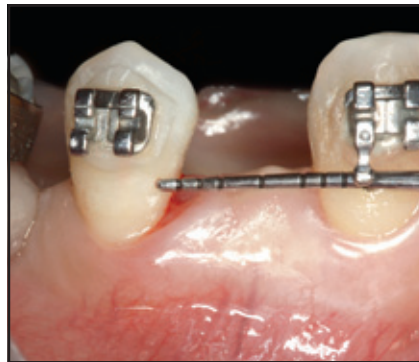


Abb. 11a (oben) Initial schmaler Streifen aus keratinisierter Gingiva.

Abb. 11b (rechts) Breiterer Streifen aus keratinisierter Gingiva bei Therapieende.



larkammspaltung). Dies ist für den Arzt mit zwei Vorteilen verbunden. Erstens: Die anatomischen Probleme der kieferorthopädischen Bewegung werden durch die operative Abspaltung der linguale von der bukkalen Kortikalisplatte überwunden, sodass ein Kanal entsteht, der so breit ist, dass er eine einfachere und raschere Zahnbewegung erlaubt. Zweitens: Das Regenerationspotenzial des Parodonts der angrenzenden Zähne wird für die Bildung von neuem Knochen und Weichgewebe durch die kieferorthopädische Bewegung genutzt. Die Kombination dieser beiden Verfahren ist jedem für

sich alleine genommen überlegen: Die Operation ist weniger invasiv und die Kieferorthopädie effektiver. Das Ergebnis, eine horizontal und vertikal ausreichende Menge von neugebildetem Knochen, wurde mit geringeren Risiken und in kürzerer Zeit erreicht (Abb. 9).

Entscheidend ist, dass hier ein horizontaler und ein vertikaler Defekt vorlagen. Die horizontale Komponente wurde operativ durch Eröffnung des Alveolarkamms behandelt und die vertikale durch die kieferorthopädische Zahnbewegung. Der neugebildete Knochen erreichte dieselbe Höhe wie an den Nachbarzähnen

des bewegten Zahns, sodass der initiale Unterschied des Knochenlevels zwischen dem unbezahnten und dem bezahnten Bereich ausgeglichen wurde (Abb. 10a und b).

Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass nicht nur Knochen, sondern auch reichlich Weichgewebe gebildet wird. Der neu entstandene keratinisierte Gingivastreifen verbessert die Ästhetik und die mechanische Resistenz (Abb. 11a und b).

Voraussetzungen für den Erfolg dieses Verfahrens sind jedoch eine intakte Abstützung durch den Alveolarkamm und ein gesundes Parodont der Nachbarzähne am atro-



Abb. 12 *Definitive verschraubte Restauration ein Jahr nach der Implantation.*



Abb. 13 (rechts) *Kontroll-Röntgenaufnahme nach einem Jahr mit stabilem Knochenniveau.*

phierten Bereich¹⁰. Nur ein Zahn, der diese Bedingungen erfüllt, kann den Defekt erfolgreich ausfüllen.

Die Behandlung endete ein Jahr nach der Implantation mit dem Einsetzen einer verschraubten Restauration (Abb. 12). Die Kontroll-Röntgenaufnahme nach einem Jahr zeigte ein stabiles Knochenniveau (Abb. 13).

Schlussfolgerungen

Das vorgestellte Verfahren ist eine valide Alternative zur Regeneration von Knochen und Weichgewebe

bei einem dünnen (knife-edge) Alveolarkamm. Bei klinischer Indikation für eine kieferorthopädische Behandlung ist das ROARS-Verfahren oft eine erfolgreiche Option. Seine Anwendung wird jedoch nur empfohlen, wenn die an den Defekt angrenzenden Zähne einen intakten Alveolarknochen und ein gesundes Parodontium aufweisen.

Danksagung

Die Autoren danken Dr. Dennis P. Tarnow für die kritische Durchsicht dieses Manuskripts.



Literatur

1. Carlsson G. Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate dentures. A longitudinal clinical and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Acta Odontol Scand* 1967;25:1-31.
2. 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.
3. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
4. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: A case report—A new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:358-365.
5. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: A five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:451-459.
6. Blus C, Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: A 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:700-707.
7. Nevins M, Mellonig JT. Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implants: A combination of allograft and the GORE-TEX membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:96-111.
8. Zachrisson BU. Implant site development by horizontal tooth movement. *World J Orthod* 2003;4:266-272.
9. Diedrich PR, Fuhrmann RA, Wehrbein H, Erpenstein H. Distal movement of premolars to provide posterior abutments for missing molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:355-360.
10. Fontanelle A. Lingual orthodontics in adults. In: Melsen B (ed). *Current Controversies in Orthodontics*. Chicago: Quintessence, 1991:219-268.
11. Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Semin Orthod* 1997;3:45-72.
12. Lindskog-Stokland B, Wennström JL, Nyman S, Thilander B. Orthodontic tooth movement into edentulous areas with reduced bone height. An experimental study in the dog. *Eur J Orthod* 1993;15:89-96.
13. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: A new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:325-331.
14. 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.
15. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: A 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2149-2159.
16. Simion M, Dahlin C, Rocchietta I, Stavropoulos A, Sanchez R, Karring T. Vertical ridge augmentation with guided bone regeneration in association with dental implants: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:86-94.
17. Simion M, Jovanovic SA, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:8-23.
18. Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: What is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:220-229.
19. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):237-259.
20. Stepovich ML. A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible. *Angle Orthod* 1979;49:227-233.
21. Hom BM, Turley PK. The effects of space closure of the mandibular first molar area in adults. *Am J Orthod* 1984;85:457-469.
22. Goldberg D, Turley PK. Orthodontic space closure of the edentulous maxillary first molar area in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1989;4:255-266.