

## Prospektive Evaluation der maschinellen Kammspreizung mit Crest-Expansoren bei der gesteuerten Knochenregeneration vor einer Implantation



Fabio Mazzocco, DDS, MS\*/José Nart, DDS\*\*  
Wai S. Cheung, DDS, MS\*\*\*/Terrence J. Griffin, DMD\*\*\*\*

*In dieser prospektiven, randomisierten, kontrollierten klinischen Studie wurden die Ergebnisse der maschinellen Kammspreizung mit Crest-Expansoren mit denen der lateralen Alveolarkammaugmentation verglichen. Die Studie erfolgte an acht Patienten mit bilateralen Alveolarkammdefekten im Split-Mouth-Verfahren. Sechs Monate nach der Knochenaugmentation wurden Implantate gesetzt. Alle Messungen erfolgten 2 und 5 mm vom koronalsten Punkt des Alveolarkamms entfernt. Mit beiden Verfahren wurde ein statistisch signifikanter Knochengewinn erreicht: 2 mm vom Alveolarkamm entfernt mit der lateralen Kammaugmentation 1,2 mm und mit der maschinellen Kammspreizung 1,5 mm; 5 mm vom Alveolarkamm mit der lateralen Kammaugmentation 1,5 mm und mit der maschinellen Kammspreizung 1,6 mm. Der Unterschied zwischen den beiden Verfahren war statistisch nicht signifikant. Die mit der maschinellen Kammspreizung erreichte Expansion korrelierte negativ mit der Spongiosadicke ( $P < 0,05$ ) und war unabhängig von der Kortikalisdicke. Die Kammspreizung scheint bezüglich der horizontalen Augmentation in einem atrophierten Alveolarkamm genauso effektiv zu sein wie die laterale Kammaugmentation. Defekte, die mit der maschinellen Kammspreizung behandelt wurden, wiesen in den ersten sechs Heilungsmonaten eine geringere Kontraktion der Knochenbreite auf. (Int J Periodontics Restorative Dent 2011;31:547-554.)*

\* Privatpraxis, Padua, Italien.

\*\* Außerordentlicher Professor, Department of Periodontology, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spanien; Privatpraxis, Barcelona, Spanien.

\*\*\* Außerordentlicher Professor, Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.

\*\*\*\* Außerordentlicher Professor, Chefarzt und Direktor der Postdoctoral Periodontics, Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.

Korrespondenz an: Dr. Fabio Mazzocco, Via Cesarotti 31, Padova 35100, Italien; E-Mail: fmazzocco@hotmail.com

Dr. Mazzocco und Dr. Nart haben gleichberechtigt an diesem Artikel mitgearbeitet.

Parodontalerkrankungen, Zahnextraktionen und Verletzungen führen zu einem starken Verlust des Alveolarknochens, der das Einsetzen von Implantaten in einer korrekten Position unmöglich macht<sup>1</sup>. Zur Alveolarkammaugmentation werden häufig folgende Verfahren eingesetzt: Knochenblocktransplantation, Distractionsosteogenese, gesteuerte Knochenregeneration (GBR), Knochenspreizung und Alveolarkammexpansion<sup>2-11</sup>.

Die GBR mit Verwendung von Barrieremembranen wurde zur Korrektur von Knochendefekten eingeführt<sup>3, 4, 12-15</sup>. Seit dem Ende der 1990er-Jahre hat sich die laterale Kammaugmentation (LRA) als zuverlässiges Verfahren für die horizontale Knochenbildung etabliert<sup>4, 10, 12, 16-18</sup>. Die Alveolarkammexpansion oder das Knochen-Splitting ist ein weiteres Verfahren zur Korrektur horizontaler Alveolarkammdefekte<sup>9, 11, 19-24</sup>. Dabei wird der Alveolarkamm längs mithilfe von Osteomen oder Meißeln in zwei Hälften gespalten (Grünholzfraktur)<sup>9, 11, 19, 21-25</sup>. Diese Augmentationsverfahren werden mit oder ohne gleichzeitige Implantation durchgeführt. Wenn keine korrekte dreidimensionale Position oder Neigung des Implantats gewährleistet oder keine Primärstabilität erreicht werden kann, ist eine



Abb. 1 Abfolge der maschinellen Crest-Expansoren.

gleichzeitige Implantation unmöglich<sup>11, 19, 21, 26</sup>.

Für die LRA und die Alveolarkammexpansion werden Transplantmaterialien verwendet<sup>13, 16, 27, 28</sup>. In Untersuchungen von demineralisiertem gefriergetrocknetem Knochenallograft (DFDBA)<sup>13</sup> und deproteinisiertem bovinem Knochenmineral am Menschen<sup>27</sup> sowie in Studien mit resorbierbaren Membranen wurden erfolgreiche Ergebnisse bei der Augmentation von Alveolarkammdefekten ermittelt: Die Transplantpartikel dieser Knochenersatzmaterialien waren nach sechsmonatiger Einheilung von Geflechtknochen umgeben<sup>29</sup>.

Obwohl eine Alveolarkammexpansion mit Meißeln und Osteoto-

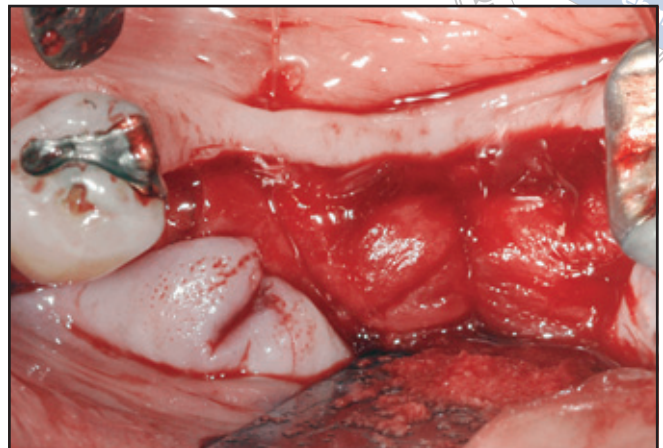
men vorhersagbare Ergebnisse bringt, ist das Verfahren für die Patienten meistens sehr unangenehm. Daher wurde zur Augmentation horizontaler Kammdefekte ein neues Instrument entwickelt: der maschinelle Crest-Expansor (MRE; Biotechnology Institute), der den chirurgischen Hammer überflüssig macht. Bei der maschinellen Kammspreizung werden nacheinander Bohrungen mit vier nicht schneidenden Bohraufsätzen mit zunehmendem Durchmesser vorgenommen (Abb. 1).

Ziel dieser klinischen Studie war der Vergleich der Ergebnisse der maschinellen Kammspreizung mit Crest-Expansoren (MRE) mit denen der lateralen Kammaugmentation (LRA).

### Material und Methode

Unter den Patienten, die beim Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, vorgestellt wurden und bei denen das horizontale Knochenangebot für eine Implantation nicht ausreichte, wurden acht ausgewählt (vier Männer, vier Frauen). Sie nahmen an einer sechsmonatigen prospektiven Kohortenstudie mit Split-Mouth-Design teil. Bei jedem Patienten war eine bilaterale Kammaugmentation erforderlich. Einschlusskriterien waren: eine Alveolarkammbreite von 3 bis 5 mm in einem Abstand von 2 mm (RW) vom koronalsten Punkt der Crista alveolaris (gemessen in der axialen Computer-

**Abb. 2** Kontrollbereich mit lateraler Kammaugmentation mit einer resorbierbaren Kollagenmembran.



tomografie [CT]) und eine Knochenbreite von mindestens 10 mm vom koronalen Anteil des Alveolarkamms zu etwaigen vitalen Strukturen auf dem CT-Scan. Raucher, Diabetiker und Schwangere wurden nicht in die Studie aufgenommen.

#### *Diagnostik und chirurgisches Vorgehen*

Diese Studie wurde vom Institutional Research Board des Tufts Medical Center, Boston, Massachusetts genehmigt. Nachdem allen Teilnehmern die Studie erklärt worden war, gaben sie ihre schriftliche Einwilligung nach Information.

Anhand eines Wax-up wurden Röntgen- und Operationsschablonen mit Verlängerungen über den Behandlungsbereichen angefertigt. Bei allen Patienten wurden anhand des CTs die Einschlusskriterien überprüft und die Kortikalisdicke 5 mm und 10 mm vom koronalsten Punkt des Alveolarkamms gemessen. Die Spongiosadicke wurde in einer Entfernung von 3 mm vom koronalsten Punkt des Alveolarkamms ermittelt.

In den Test- und Kontrollbereichen erfolgte eine Lokalanästhesie (0,5 % Bupivacain mit 1:200000 Adrenalin) mittels Infiltration oder Leitungsanästhesie.

Mit einer krestalen Inzision mit mesialem vertikalem Entlastungsschnitt wurde der Zugang zu den Test-

(MRE) und Kontrollbereichen (LRA) geschaffen.

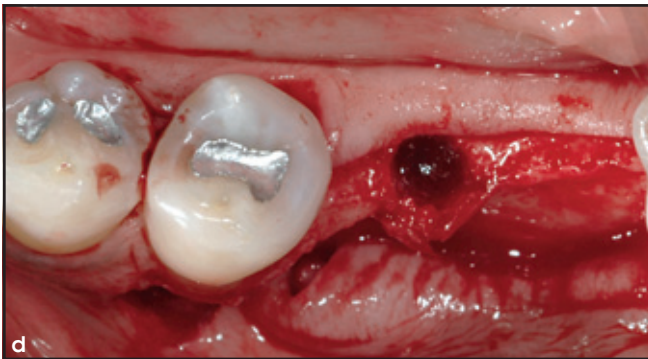
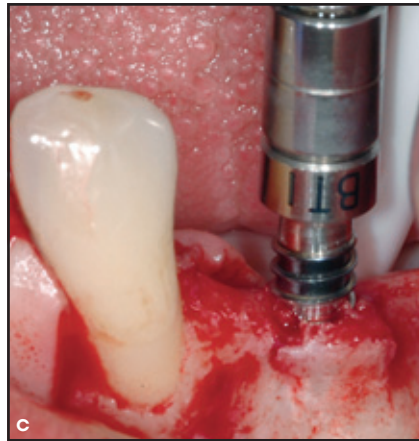
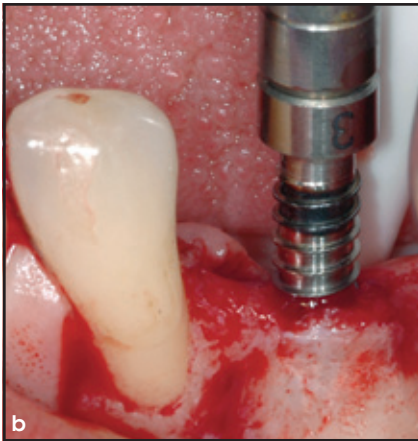
In den Kontrollbereichen wurde ein Vollschichtlappen abgehoben und der Alveolarkammdefekt freigelegt. Nach mehrfacher Perforation des Markraums wurde eine Mischung aus deproteinisiertem bovinen Knochenmineral (DBBM; Bio-Oss, Geistlich) und DFDBA im Verhältnis 1:1 in den Defekt eingebracht und mit einer Kollagenmembran (Bio-Gide, Geistlich) abgedeckt (Abb. 2). Auch in den Testbereichen wurde der Alveolarkammdefekt durch das Abheben eines Vollschichtlappens freigelegt. Die maschinelle Kammspreizung erfolgte laut den Herstellerangaben (Abb. 3). Der zwischen der bukkalen und lingualen/palatalen



**Abb. 3a** Testbereich vor der maschinellen Kammspreizung.

**Abb 3b und 3c** Behandlungsabfolge im Testbereich bei der maschinellen Kammspreizung.

**Abb. 3d** Alveolarkamm unmittelbar nach der Expansion.



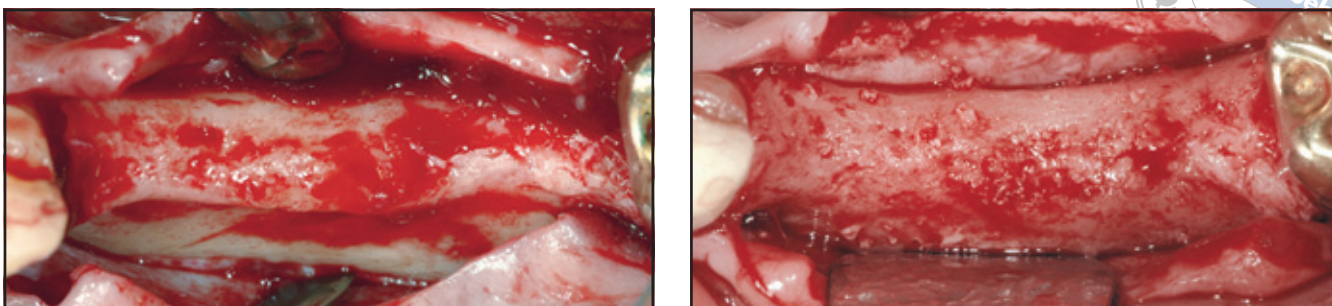


Abb. 4 Testbereich: Der Alveolarkamm (links) vor der Expansion und (rechts) nach sechsmonatiger Heilung.

Kortikalis erzeugte Defekt wurde mit der Mischung aus DBBM (Bio-Oss) und DFDBA im Verhältnis 1:1 aufgefüllt und mit einer Kollagenmembran (Bio-Gide) abgedeckt.

Test- und Kontrollbereiche wurden mit einer horizontalen Matratzennaht und Einzelknopfnähten mit 5.0 Polyglactin 910 (Vicryl, Ethicon) verschlossen.

Vor und nach der Alveolarkammexpansion wurde die Breite des Alveolarkamms (Hartgewebe) in einem Abstand von 2 mm und 5 mm vom koronalsten Punkt der Crista alveolaris mit einem Messschieber (Ridge Mapping Instrument, Hartzell & Son) gemessen. Für den späteren Vergleich wurde die Schablone mit entsprechenden Kerben versehen.

Postoperativ erhielten die Patienten Antibiotika (Amoxicillin 3 x 500 mg/d für 10 Tage) und ein nicht steroidales Antiphlogistikum. Außerdem sollten sie den Mund zwei Wochen lang zweimal täglich mit Chlorhexidindigluconat 0,12 % (Peridex) spülen. Nach 14, 30 und 90 Tagen kamen die Patienten zur Kontrolluntersuchung. Nach 180 Tagen wurden die Implantate gesetzt (Abb. 4) und die Alveolarkammdicke mithilfe der Kerben von der ersten Messung erneut mit dem Messschieber ermittelt.

#### Statistische Auswertung

Die Messwerte der behandelten Bereiche wurden mit dem paarigen Student t-Test verglichen. Zusammenhänge zwischen den anatomischen Eigenschaften der behandelten Bereiche und dem Knochengewinn wurden mit der Pearson-Korrelation überprüft. Alle Analysen erfolgten mit SPSS Version 14.0 (IBM).

#### Ergebnis

Bei acht Patienten mit einem mittleren Alter von 47 Jahren und bilateralen Alveolarkammdefekten der Seibert-Klasse I erfolgte auf einer Kieferseite eine laterale Kammaugmentation (LRA) (Kontrolle) und auf der anderen eine maschinelle Kammspreizung (MRE) (Test). Die Anzahl der Behandlungsbereiche entsprach der Anzahl der jeweils gesetzten Implantate. Insgesamt wurden 23 Bereiche behandelt, 10 Kontroll- und 13 Testbereiche. Die Bereiche wurden durch Münzwurf randomisiert, und die Verteilung von Test- und Kontrollbereichen war ausgeglichen.

In den Testbereichen betrug die Kammbreite vor der Expansion (TBA)

3,88 mm in einem Abstand von 2 mm vom koronalsten Punkt des Alveolarkamms und 5,88 mm in einem Abstand von 5 mm. Unmittelbar nach der Kammexpansion (TAA) betrug die mittlere Breite 5,96 mm bei 2 mm Abstand und 7,23 mm bei 5 mm Abstand. Nach sechsmonatiger Heilung betrug die Kammbreite 5,38 mm bei 2 mm Abstand (TIP2) und 7,11 mm bei 5 mm Abstand (TIP5). In den Kontrollbereichen betrug die Kammbreite 3,7 mm in einem Abstand von 2 mm und 5,6 mm in einem Abstand von 5 mm. Unmittelbar postoperativ lag die mittlere Kammbreite bei 6,3 mm bei 2 mm Abstand (TAA2) und bei 7,5 mm bei 5 mm Abstand (TAA5). Zum Zeitpunkt der Implantation betrug die mittlere Kammbreite 4,9 mm bei 2 mm Abstand (TIP2) und 7,1 mm bei 5 mm Abstand (TIP5).

Mit beiden Verfahren wurde eine deutliche Augmentation erreicht. Bei 2 mm Abstand von der Crista alveolaris betrug die Augmentation initial durchschnittlich  $2,1 \pm 0,95$  mm in den Testbereichen und  $2,6 \pm 0,95$  mm in den Kontrollbereichen (TAA-TBA). Insgesamt (TIP-TBA) betrug der Knochengewinn durchschnittlich  $1,5 \pm 1,06$  mm in den Test- und  $1,2 \pm 1,31$  mm in den Kontrollberei-

chen. Die mittlere Transplantatstabilität (TIP-TAA) betrug  $0,6 \pm 1,17$  mm in den Test- und  $1,4 \pm 0,83$  mm in den Kontrollbereichen. Bei 5 mm Abstand von der Crista alveolaris betrug die Augmentation initial durchschnittlich  $1,6 \pm 0,57$  mm in den Test- und  $1,9 \pm 0,75$  mm in den Kontrollbereichen. Insgesamt betrug der Knochengewinn  $1,6 \pm 0,77$  mm in den Test- und  $1,5 \pm 1,19$  mm in den Kontrollbereichen. Die Transplantatstabilität betrug im Durchschnitt  $0,2 \pm 1,10$  mm in den Test- und  $0,4 \pm 0,96$  mm in den Kontrollbereichen. Beim Vergleich der initial und insgesamt erzielten Augmentation in den Test- und Kontrollbereichen wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede ermittelt, wohl aber beim Vergleich der Transplantatkontraktion (TAA-TBA). Sie war bei 2 mm Abstand von der Crista alveolaris geringer in den Test- (0,6 mm) als in den Kontrollbereichen (1,4 mm) ( $P = 0,05$ ). Die Stabilität des Transplantats 5 mm von der Crista alveolaris war in beiden Gruppen vergleichbar ( $P = 0,625$ ). Ebenfalls untersucht wurde ein etwaiger Zusammenhang zwischen den anatomischen Eigenschaften der Bereiche (Spongiosadicke, Kortikalisdicke 2 und 5 mm von der Crista alveolaris entfernt) und der Größe der Augmentation. Das einzige statistisch signifikante Ergebnis war eine negative Korrelation zwischen der Spongiosadicke und der Expansion durch die Kammspreizung: Je dünner die Spongiosa war, umso höher fiel die Augmentation aus.

### Diskussion

Die Schmerzen wurden von den Patienten als leicht bis mittelstark angegeben und unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Behandlungsgruppen. Auch die

maschinelle Kammspreizung führte nicht zu Beschwerden. Da es kaum kontrollierte klinische und Querschnittstudien zur maschinellen Kammspreizung gibt, ließen sich die vorliegenden Ergebnisse nur schwer mit denen zuvor durchgeführter Studien vergleichen<sup>21-23</sup>. Bislang konzentrierten sich Untersuchungen auf den Implantaterfolg nach einer maschinellen Kammspreizung mit Osteotomen<sup>24</sup>. Daher können die Autoren ihre Ergebnisse zur Expansion des Alveolarkamms nur mit denen von Osteotomien<sup>19,26</sup> und von Knochen-Splitting<sup>9,11,23</sup> vergleichen. Leider liefern derartige Studien nur begrenzt Daten zu dem Knochengewinn, der mit dem jeweiligen Verfahren erzielt wurde; meistens ist das Implantatüberleben die Hauptergebnisvariable<sup>19,24,30</sup>.

1992 beschrieben Simion et al.<sup>9</sup> eine Expansion von 2 bis 4 mm mithilfe von Osteotomen und Sofortimplantation. 2000 berichtete Vercellotti<sup>31</sup> über den Einsatz der Piezosurgery beim Knochen-Splitting des Alveolarkamms und erzielte damit eine um 2 bis 3 mm größere Kammbreite. Ebenso wie Simion et al. führte auch Vercellotti eine Sofortimplantation durch. Der von diesen beiden Autoren beschriebene horizontale Knochengewinn ist etwas besser als der in dieser Studie erreichte. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die Implantate in der vorliegenden Studie nicht im Rahmen des Eingriffs zur Knochenexpansion gesetzt wurden, wodurch der horizontale Knochengewinn durch die Expansion in gewissem Umfang wieder verloren ging. Da der Knochen elastisch ist, ist der Raum, der durch die maschinelle Kammspreizung zwischen der lingualen und bukkalen Kortikalisplatte erzeugt wurde, nicht stabil, sodass die beiden Platten meist in ihn hinein kollabieren. Wichtig ist dabei auch der fehlende Zusammenhang

zwischen der Kortikalisdicke der Testbereiche und der dort erzielten Expansion. Signifikant hingegen ist die negative Korrelation zwischen der Spongiosadicke im Abstand von 3 mm von der Crista alveolaris und der insgesamt erreichten Augmentation, die durchaus überraschte, da die maschinelle Kammspreizung in der Literatur<sup>24, 32</sup> vor allem bei einer dünnen Kortikalisplatte und dicker Spongiosa empfohlen wird. Offenbar erhöht ein geringes Spongiosaangebot die Expansion aufgrund der Reduktion der möglichen Knochenverdichtung. Spongiosa enthält viele Markräume und besteht aus einem Trabekelwerk. Dadurch nimmt sie vermutlich einen Großteil des zentripetalen Drucks durch den Expansor auf und reduziert so seine Effizienz. In diesem Fall schien der Expansor nicht nur seine beabsichtigte Wirkung zu entfalten, sondern auch das knöcherne Trabekelwerk zu verdichten. Beim Vergleich der Test- und Kontrollbereiche fielen keine signifikanten Unterschiede auf. Wegen der geringen statistischen Kraft dieser Studie wäre es jedoch übertrieben davon auszugehen, dass beide Verfahren völlig gleichwertig sind. Möglicherweise wurden wegen der geringen Anzahl von Test- und Kontrollbereichen geringfügige Unterschiede zwischen den Gruppen übersehen.

Interessant sind die Daten zur Volumenänderung des Transplantats während der Heilungsphase. Die Volumenabnahme fiel in den Testbereichen nur halb so hoch aus wie in den Kontrollbereichen. Dieses Ergebnis überrascht nicht weiter, da Simon et al.<sup>18</sup> im Jahr 2000 in der Heilungsphase nach Verwendung von DBBM einen Verlust von fast 50 % der augmentierten Alveolarkammhöhe und -breite im Abstand von 3 mm vom koronalsten Punkt des Alveolarkamms beschrieben. Die Daten

der vorliegenden Studie sind ermutigend, da der Einsatz von Expansoren den Verlust der augmentierten Kammbreite in der Heilungsphase begrenzt.

### Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der Einschränkungen dieser Studie kommen die Autoren zu folgenden Schlüssen:

- Die Expansion durch eine maschinelle Kammspreizung ist hinsichtlich des horizontalen Knochengewinns bei in einem atrophierten Alveolarkamm genauso effektiv wie die laterale Kammaugmentation.
- Mithilfe maschineller Kammspreizung behandelte Defekte wiesen in den ersten sechs Heilungsmonaten eine geringere Kontraktion der Knochenbreite auf.
- Es bestand keine Korrelation zwischen der Kortikalisdicke im Abstand von 5 und 10 mm von der Crista alveolaris und dem Knochengewinn.
- Es bestand ein negativer Zusammenhang zwischen der Spongiosadicke und dem Knochengewinn. Die Expansion fiel umso größer aus, je dünner die Spongiosa war.

### Literatur

1. Rose L, Mealey B, Genco R, Cohen D. *Periodontics: Medicine, Surgery, and Implants*. St Louis: CV Mosby, 2004.
2. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part II. Prosthetic/periodontal interrelationships. *Compend Contin Educ Dent* 1983;4:549-562.
3. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:22-32.
4. Nyman S, Lang NP, Buser D, Brägger U. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: A report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:9-14.
5. Seibert J, Nyman S. Localized ridge augmentation in dogs: A pilot study using membranes and hydroxyapatite. *J Periodontol* 1990;61:157-165.
6. Jensen J, Sindet-Pedersen S. Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 1991;49:1277-1287.
7. Isaksson S, Alberius P. Maxillary alveolar ridge augmentation with onlay bone-grafts and immediate endosseous implants. *J Craniomaxillofac Surg* 1992; 20:2-7.
8. Keller EE, Tolman DE. Mandibular ridge augmentation with simultaneous onlay iliac bone graft and endosseous implants: A preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:176-184.
9. Simion M, Baldoni M, Zaffe D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a split-crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:462-473.
10. Lang NP, Hämmeler CH, Brägger U, Lehmann B, Nyman SR. Guided tissue regeneration in jawbone defects prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:92-97.
11. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: A five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:451-459.
12. Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:420-432.





13. Simion M, Trisi P, Piattelli A. GBR with an e-PTFE membrane associated with DFDBA: Histologic and histochemical analysis in a human implant retrieved after 4 years of loading. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:338–347.
14. Lundgren D, Sennerby L, Falk H, Friberg B, Nyman S. The use of a new bioresorbable barrier for guided bone regeneration in connection with implant installation. Case reports. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:177–184.
15. Hürzeler MB, Quiñones CR, Schüpbach P. Guided bone regeneration around dental implants in the atrophic alveolar ridge using a bioresorbable barrier. An experimental study in the monkey. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:323–331.
16. Caffesse RG. Regeneration: Where are we? *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1997;9:223–224, 226.
17. Ito K, Nanba K, Murai S. Effects of bioabsorbable and non-resorbable barrier membranes on bone augmentation in rabbit calvaria. *J Periodontol* 1998;69:1229–1237.
18. Simon BI, Von Hagen S, Deasy MJ, Faldu M, Resnansky D. Changes in alveolar bone height and width following ridge augmentation using bone graft and membranes. *J Periodontol* 2000;71:1774–1791.
19. Summers RB. The osteotome technique: Part 2—The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium* 1994;15:422, 424, 426.
20. Chong WL, Chu SA, Dam JG, Ong KS. Oral rehabilitation using dental implants and guided bone regeneration. *Ann Acad Med Singapore* 1999;28:697–703.
21. Sethi A, Kaus T. Maxillary ridge expansion with simultaneous implant placement: 5-year results of an ongoing clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:491–499.
22. Shimoyama T, Kaneko T, Shimizu S, Kasai D, Tojo T, Horie N. Ridge widening and immediate implant placement: A case report. *Implant Dent* 2001;10:108–112.
23. Palti A. Ridge splitting and implant techniques for the anterior maxilla. [Interview]. *Dent Implantol Update* 2003;14:25–32.
24. Lee EA, Anitua E. Atraumatic ridge expansion and implant site preparation with motorized bone expanders. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006;18:17–22.
25. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G, Bruschi E, De Martino C. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: Histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:269–277.
26. Duncan JM, Westwood RM. Ridge widening for the thin maxilla: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:224–227.
27. Zitzmann NU, Naef R, Schärer P. Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:844–852.
28. Fugazzotto PA. GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part 2: Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:599–605.
29. Becker W, Clokie C, Sennerby L, Urist MR, Becker BE. Histologic findings after implantation and evaluation of different grafting materials and titanium micro screws into extraction sockets: Case reports. *J Periodontol* 1998;69:414–421.
30. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152, 154–156.
31. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: A case report—A new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:358–365.
32. Anitua E. Ridge expansion with motorized expander drills. *Dent Dialogue* 2004;2:3–13.