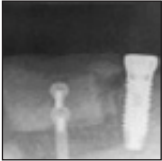


Piezoelektrische vertikale Knochenaugmentation mit der Sandwich- Technik im atrophierten Unterkiefer und histomorphometrische Analyse der mineralisierten Allotransplantate: Eine Fallserie



Dong-Seok Sohn, DDS, PhD*
 Hong-In Shin, DDS, PhD**
 Mi-Ra Ahn, DDS***
 Ji-Soo Lee, DDS****

Bei drei Patienten erfolgte mithilfe der Sandwich-Technik eine vertikale Knochenaugmentation im atrophierten Seitenbereich des Unterkiefers. In diesem Bericht wird anhand von klinischen und histologischen Studien die Wirksamkeit dieser Technik untersucht. Es erfolgte eine vollständige Osteotomie mit einem piezoelektrischen Instrument, um im atrophierten unbezahnten Bereich ein Knochensegment zu lösen und 6 mm vertikal anzuheben. In den Bereich zwischen dem Basalknochen und dem segmentierten Knochen wurden mineralisierte Interpositionsallotransplantate inseriert. Nach einem durchschnittlichen Heilungszeitraum von fünf Monaten wurden aus den transplantierten Bereichen Knochenbiopsate entnommen und Implantate inseriert. Bei allen Patienten wurde mit der Sandwich-Technik ein vertikaler Knochengewinn von 6 mm erreicht. Die histomorphometrische Analyse der Biopsate zeigte eine günstige Knochenneubildung ohne Anzeichen von Entzündungen. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:371–379.)

- * Chair, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital, Daegu, Republik Korea.
- ** Chair, Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu, Republik Korea.
- *** Dozent, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital, Daegu, Republik Korea.
- **** Resident, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital, Daegu, Republik Korea.

Korrespondenz an: Prof. Dong-Seok Sohn, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Catholic University Medical Center of Daegu, 3056-6 Daemyung-4 Dong, Namgu, Daegu, Republik Korea; Fax: 82-53-622-7067;
 E-Mail: dssohn@cu.ac.kr

Die Insertion von Dentalimplantaten in den atrophierten Unterkiefer ist ein komplexes Unterfangen. Es gibt viele verschiedene chirurgische Methoden, um knöcherne Defekte in diesem Bereich zu behandeln, wie z. B. die gesteuerte Knochenregeneration (GBR), die Distractionsosteogenese, gestielte oder Interpositions-knochen-transplantate, Onlay-Blocktransplantate und die Augmentation mit Kortikospongiosa aus dem Beckenkamm¹⁻⁵. Bei der Sandwich-Technik wird ein Interpositions-knochen-transplantat verwendet. Bei dieser Technik handelt es sich um eine vertikale Knochenaugmentation mithilfe vertikal angehobener Knochensegmente des Basalknochens. Das linguale Periost, das sich an dem mobilen Segment befindet, bleibt bei diesem Verfahren erhalten. Das Knochen-transplantat wird in den Bereich zwischen dem mobilen Segment und dem Basalknochen inseriert. Es besteht kein Risiko mehr für eine Morbidität im Spenderbereich, weil Allo-transplantate verwendet werden. Das Verfahren ist einfacher durchzuführen als die Transplantation mit einem Knochenblock und ermöglicht eine Knochenzunahme von sechs Millimetern und mehr. Weiterhin findet nur eine minimale Resorption des verlagerten Knochens statt⁶. Um das mobile Segment zu erzeugen,

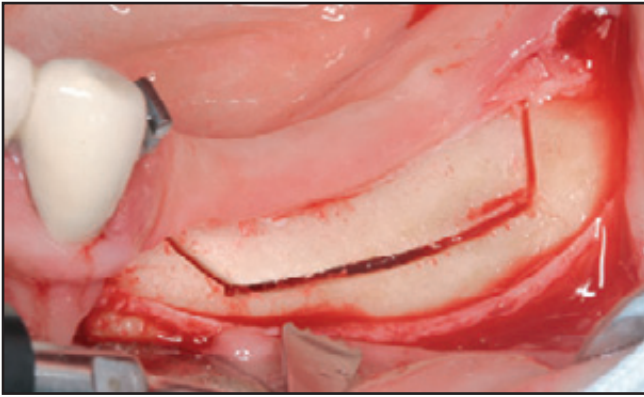


Abb. 1a Die vertikalen und horizontalen Osteotomien wurden mit einem piezoelektrischen Instrument durchgeführt.

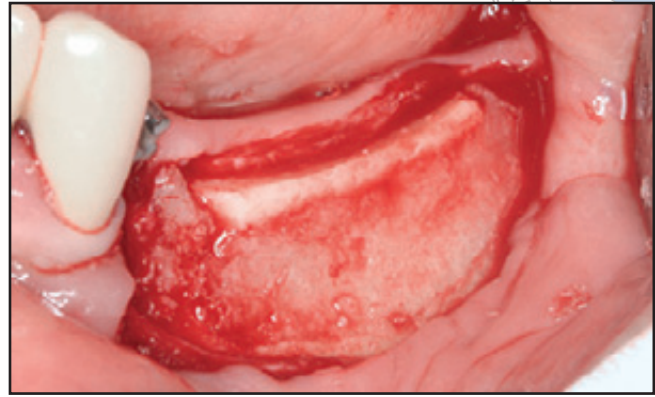


Abb. 1b In den Osteotomiebereich wurden zwei Allotransplantate inseriert.

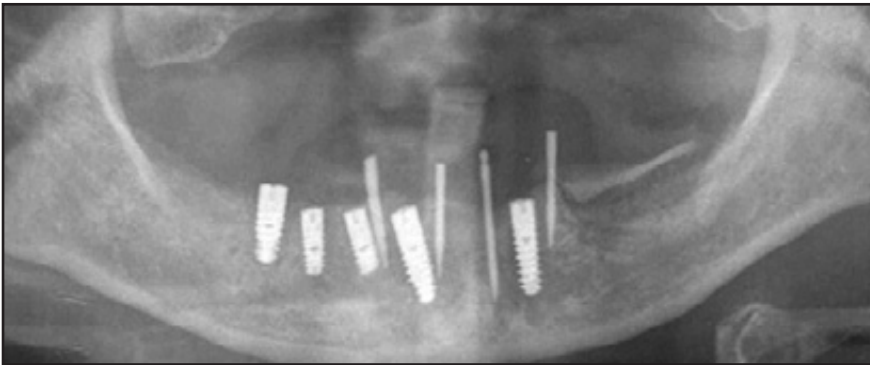


Abb. 1c Postoperative Röntgenaufnahme von Patientin 1.

kann die Osteotomie mit einem piezoelektrischen chirurgischen Instrument erfolgen. Bei der piezoelektrischen Knochenchirurgie ist nur das Hartgewebe betroffen, nicht aber das Weichgewebe, sodass das linguale Periost und der Lappen erhalten bleiben können⁷⁻¹². Der Erhalt eines intakten lingualen Lappens ist für die Sicherstellung einer maximalen Blutzufuhr sehr wichtig, damit das mobile Knochensegment überlebt und sich aus dem Interpositionsknochen-
transplantat neuer Knochen bilden kann.

In diesem Artikel werden drei Fälle vorgestellt, bei denen eine vertikale Knochenaugmentation im Unterkie-

fer mit der Sandwich-Technik mit einem piezoelektrischen Instrument erfolgte. Im Rahmen der Implantation wurde ein Biopsat des mineralisierten Allotransplantats entnommen und histomorphometrisch analysiert.

Material und Methode

Patientin 1

Eine 62-jährige Frau kam in die Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Catholic University Medical Center von Daegu, weil sie im unbezahnten linken Seitenbereich

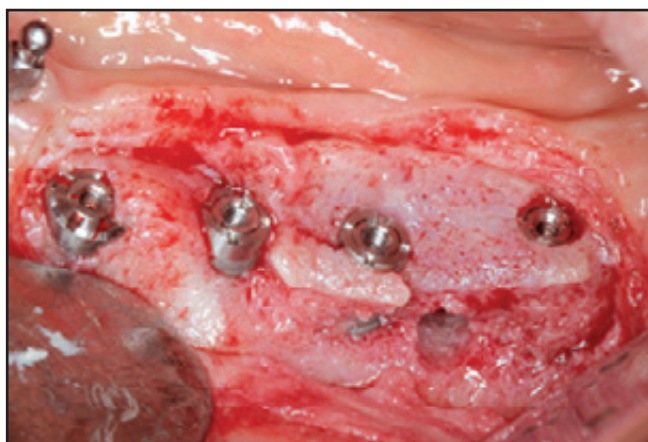
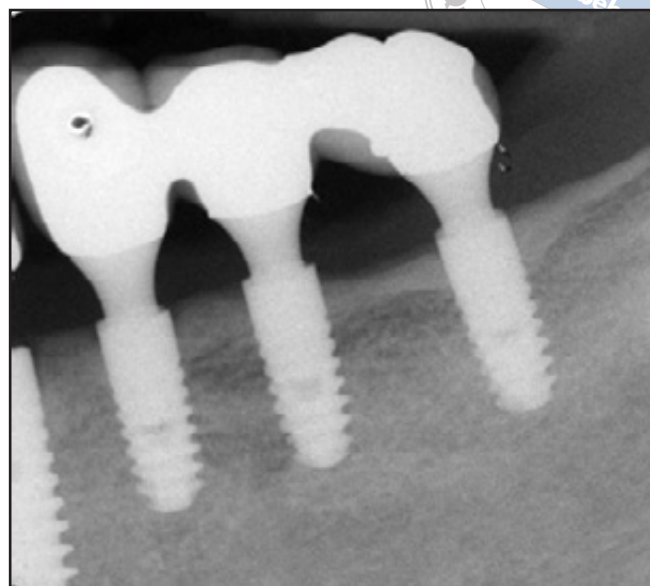


Abb. 1d Nach der Entnahme eines Knochenbiopsats aus dem augmentierten Bereich wurden drei Implantate inseriert.

Abb. 1e (rechts) Röntgenbild nach 33 Monaten Funktion. Der marginale Knochen ist stabil.



des Unterkiefers Implantate erhalten sollte. Die Knochenhöhe in diesem Bereich betrug etwa 7 bis 8 mm über dem Nervus alveolaris inferior. Die vertikale Knochenaugmentation mit der Sandwich-Technik erfolgte am 5. Juli 2005.

Im Bereich des unteren linken Molars wurde eine vestibuläre Inzision geführt. Der bukkale Lappen wurde gelöst, um den Alveolarknochen freizulegen. Anschließend wurden das Foramen mentale und der N. alveolaris inferior lokalisiert. Mit dem piezoelektrischen Instrument (Surgybone, Silfradent) erfolgten eine horizontale Osteotomie etwa 3 bis 4 mm über den N. alveolaris inferior und zwei

divergierende vertikale Osteotomien zur lingualen Kortikalis (Abb. 1a). Im Anschluss an die Osteotomien wurde das so entstandene Knochensegment mit einem Meißel 6 mm angehoben.

Zwei Allotransplantate (OrthoBlast II, IsoTis Orthobiologics; Tutoplast Microchips Spongiosa, Tutogen Medical) wurden zwischen den Basalknochen und das Knochensegment eingebracht und der augmentierte Bereich mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (Tutogen Pericardium, Tutogen Medical) abgedeckt (Abb. 1b). Vom linken Eckzahn bis zum Bereich des rechten ersten Molars wurden fünf Implantate (Anky-

los, Friadent) in den Unterkiefer inseriert. Die freiliegende Implantatoberfläche wurde mit demselben Transplantat und derselben Barrieremembran bedeckt. Es wurden vier Mini-Implantate (IMTEC) inseriert und sofort belastet (Abb. 1c).

Nach der Einheilungszeit von vier Monaten wurde der augmentierte Bereich für eine Biopsie und für die Insertion von drei Implantaten (Ankylos) wiedereröffnet (Abb. 1d). Nach fünf Monaten wurde die definitive Versorgung adhäsiv befestigt. Nach 33 Monaten Follow-up war der krestale Knochen weiterhin stabil und die implantatgetragene Restauration in Funktion (Abb. 1e).

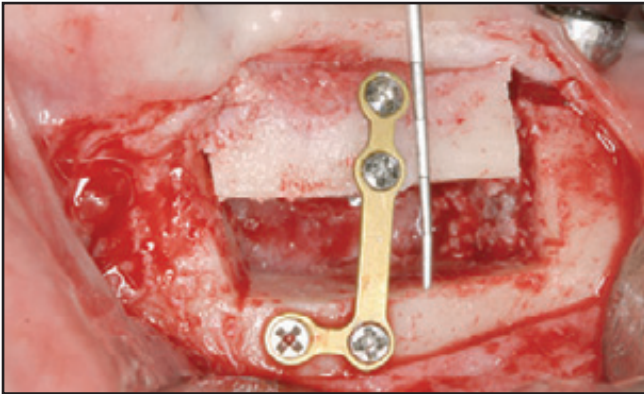
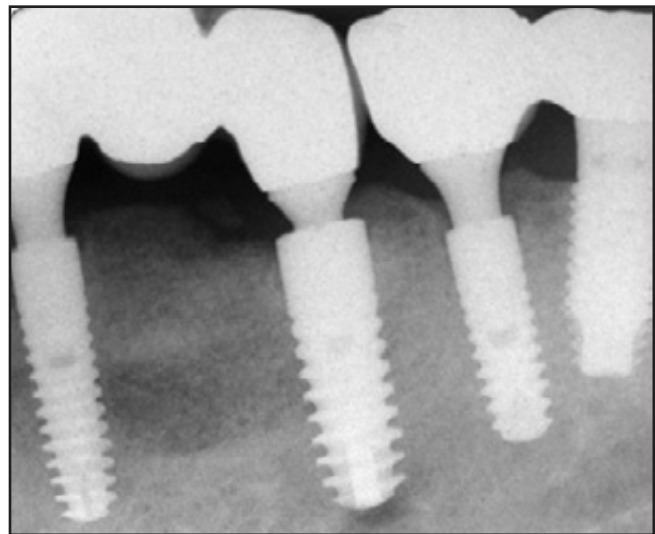


Abb. 2a Das Knochensegment wurde etwa 6 mm angehoben und mit einer L-förmigen Mikroplatte und Minischrauben fixiert.



Abb. 2b Postoperative Röntgenaufnahme von Patient 2.

Abb. 2c (rechts) Röntgenbild nach 40 Monaten Funktion. Der marginale Knochen ist stabil.



Patient 2

Ein 56-jähriger Mann wurde von einer Privatpraxis überwiesen. Es wurde eine vertikale Knochenresorption festgestellt, die die Folge einer fehlgeschlagenen GBR war. Außerdem waren im linken unbezahnten Prämolarebereich des Unterkiefers zwei Implantate entfernt worden. Vor der Implantatinserion erfolgte mit der Sandwich-Technik am 30. September 2005 eine vertikale Augmentation.

Die Osteotomie wurde nach dem gleichen Protokoll durchgeführt wie bei Patientin 1. Allerdings wurde das

angehobene Knochensegment mit einer L-förmigen Mikroplatte und Minischrauben (Jeil) fixiert (Abb. 2a). In den Bereich zwischen dem Basalknochen und dem Knochensegment wurde ein Allotransplantat (OrthoBlast II) inseriert. Über den Transplantatbereich wurde eine resorbierbare Barrieremembran (Tutogen Pericardium) gelegt. Es wurde eine vertikale Augmentation von 6 mm erreicht (Abb. 2b).

Nach einer Einheilungszeit von vier Monaten wurde aus dem augmentierten Bereich ein Knochenbiopsat entnommen und die Fixierplatte ent-

fernt. Es wurden drei Implantate (zwei 14 mm lang und eins 11 mm lang, Ankylos) inseriert. Nach fünf Monaten Einheilung wurde die definitive Versorgung adhäsiv befestigt. Die Knochenhöhe blieb während des röntgenologischen Follow-up stabil und die Restauration war über den Follow-up-Zeitraum von 40 Monaten in Funktion (Abb. 2c).

Patient 3

Ein 48-jähriger Mann besuchte die Abteilung für Mund-, Kiefer- und

Abb. 3a Das Knochensegment wurde etwa 6 mm angehoben und mit einer matrixförmigen Mikroplatte und Minischrauben fixiert.

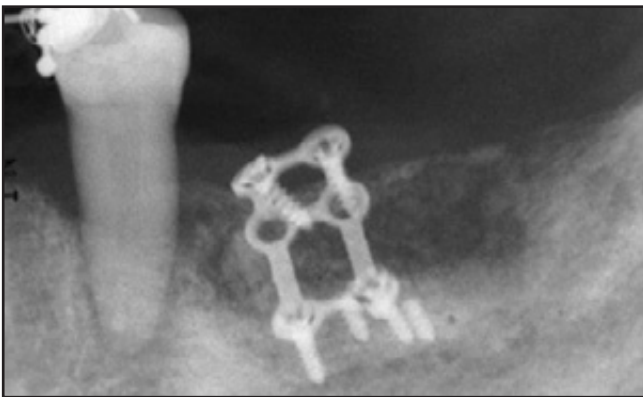
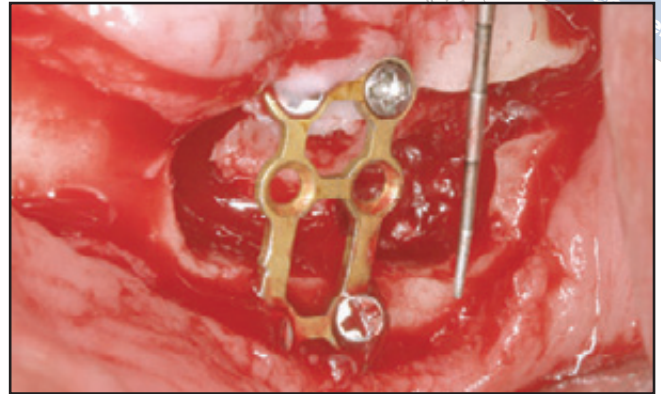
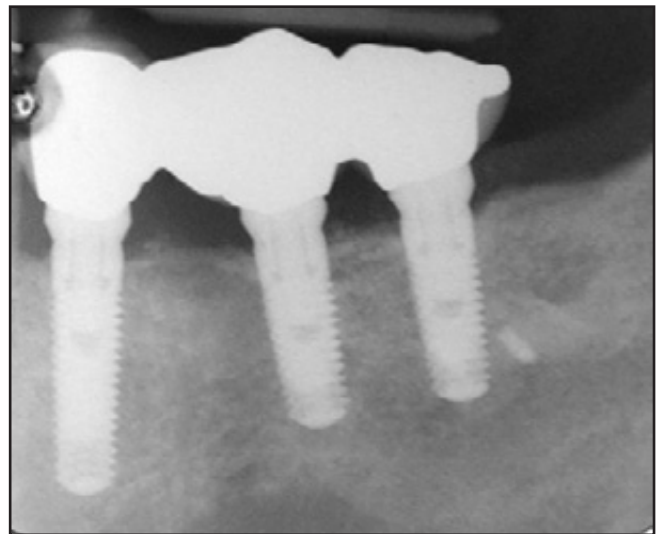


Abb. 3b Postoperative Röntgenaufnahme von Patient 3.

Abb. 3c (rechts) Röntgenbild nach 19 Monaten Funktion. Der marginale Knochen ist stabil.



Gesichtschirurgie, weil er in den unbezahnten Bereichen des Ober- und Unterkiefers eine implantatgetragene Restauration brauchte. Die medizinische Anamnese war unauffällig. Im unbezahnten linken Unterkieferbereich lag ein moderates vertikales knöchernes Gewebedefizit vor. Die Sandwich-Augmentation erfolgte am 8. Mai 2006.

Die chirurgische Osteotomie wurde genauso durchgeführt wie bei den beiden anderen Patienten. Das Knochensegment wurde 6 mm angehoben und mit einer matrixförmigen

Mikroplatte und Minischrauben (Jeil) fixiert (Abb. 3a und 3b). Zwischen den Basalknochen und das Knochensegment wurde ein Allo-transplantat (OrthoBlast II) inseriert. Der Bereich wurde mit einer resorbierbaren Barrieremembran (Tutogen Pericardium) abgedeckt. Nach einer Heilungszeit von sechs Monaten wurde die Mikroplatte entfernt, aus dem augmentierten Bereich ein Knochenbiopsat entnommen und es wurden zwei 10 mm lange Implantate (TSV, Zimmer) inseriert. Um den augmentierten Kamm neben den

Implantaten zu verstärken, wurde boviner Knochen (OCS-B, NIBEC), der mit einem Fibrinkleber (Green Plaster, Green Cross) vermischt war, eingebracht. Nach fünf Monaten Einheilung wurde die definitive Versorgung adhäsiv befestigt. Nach einem Follow-up-Zeitraum von 19 Monaten war der krestale Knochen weiterhin stabil und die implantatgetragene Restauration in Funktion (Abb. 3c).

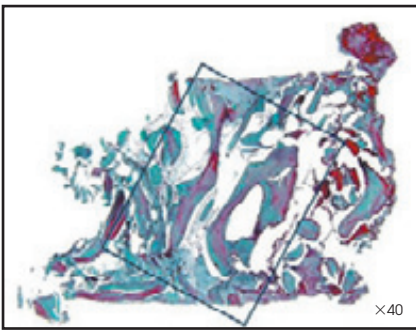


Abb. 4a und 4b Histologische Ergebnisse von Patientin 1: 13 % neuer Knochen, 21,1 % Transplantatknochen und 66,0 % fibrovaskuläres Mark. Grün = vitaler neuer Knochen, rot = transplanterter nicht vitaler Knochen, weiß = fibrovaskuläres Mark (modifiziertes Goldner-Trichrom).

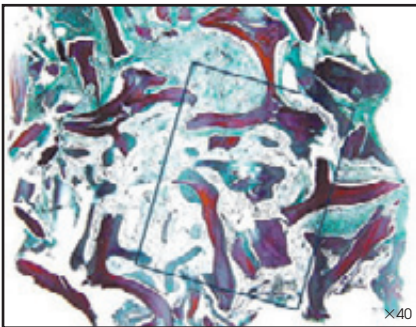
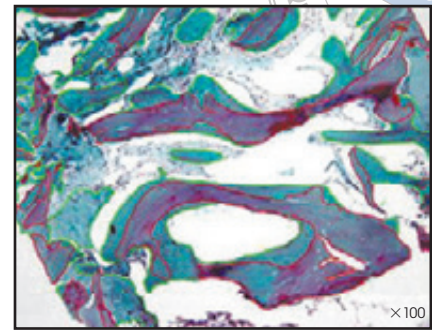
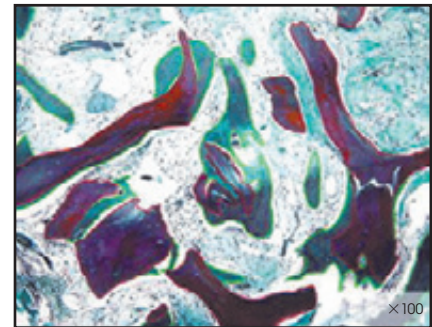


Abb. 5a und 5b Histologische Ergebnisse von Patient 2: 12,6 % neuer Knochen, 24,8 % Transplantatknochen und 62,6 % fibrovaskuläres Mark. Grün = vitaler neuer Knochen, rot = transplanterter Knochen, weiß = fibrovaskuläres Mark (modifiziertes Goldner-Trichrom).



Histologische Präparation und histomorphometrische Analyse

Die Biopsate wurden sofort für 24 Stunden bei 4 °C in 4 % Formaldehyd fixiert und drei Tage in 10 % Ameisensäure dekalzifiziert. Nach der Dehydrierung in einer aufsteigenden Alkoholreihe wurden die Biopsate in Paraffin eingebettet. Mit einem Mikrotom wurden parallel zu ihrer Längsachse 5 µm dicke Schnitte angefertigt. Die Schnitte wurden für die Lichtmikroskopie mit Hämatoxylin-Eosin nach Mayer oder mit Goldner-Trichrom gefärbt.

Die Messungen an den histologischen Schnitten erfolgten mit einer digitalen Technik. Mit einem Mikroskop BH₂ von Olympus, das mit einer Digitalkamera Olympus DP50 ausgestattet war, wurden Mikroaufnahmen angefertigt. Die Messfelder wurden durch die visuelle Untersuchung des mikroskopischen Bildes auf einem

Bildschirm ausgewählt. Nach der Digitalisierung des Bildes erfolgte die Bildbearbeitung mit einem Bildbearbeitungssystem (iMT Bildanalyse-Software, iMTechnology). Die folgenden histomorphometrischen Daten wurden erhoben: Das gesamte Knochenvolumen wurde nach Parfitt et al.¹³ als Menge des mineralisierten Knochengewebes berechnet, und zwar als Prozentsatz vom gesamten Gewebevolumen. Das mineralisierte Knochengewebe, das Bereiche mit leeren Osteozytenlakunen enthielt, wurde als nicht vitaler transplanterter Knochen definiert. Dessen Volumen wurde als Prozentsatz vom gesamten Gewebevolumen ausgedrückt. Das Volumen des fibrovaskulären Markgewebes wurde als Prozentsatz vom Weichgewebevolumen im Vergleich zum gesamten Gewebevolumen dargestellt.

Ergebnisse

Die Höhe des Alveolarkamms wurde vor der Implantatinsertion um bis zu 6 mm augmentiert. Bei den Patienten, bei denen eine Fixierung mit einer Mikroplatte und Minischrauben erfolgt war, zeigte sich eine geringere Resorption der Knochenhöhe als bei Patientin 1 (keine Fixierung). Bei Patientin 1 zeigte sich beim letzten Follow-up (über ein Jahr nach der piezoelektrischen Sandwich-Knochenaugmentation) eine Knochenresorption von etwa 1 mm. Bei den Patienten 2 und 3 waren es 0,2 mm (Abb. 1e, 2c und 3c). Es traten keine Komplikationen wie z. B. neurosensorische Störungen auf.

Bei allen Patienten wurde mit der piezoelektrischen Sandwich-Technik neuer Knochen regeneriert, ohne Anzeichen von Entzündungen oder Fremdkörperreaktionen. Der prozentuale Anteil des gesamten Knochen-

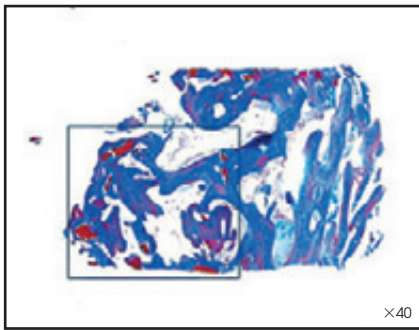
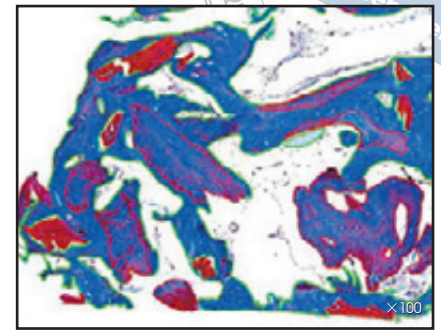


Abb. 6a und 6b Histologische Ergebnisse von Patient 3: 36,4 % neuer Knochen, 23,1 % Transplantatknochen und 40,5 % fibrovaskuläres Mark. Blau = neugebildete Knochenmatrix, rot = transplantiertes nicht vitaler Knochen, weiß = fibrovaskuläres Mark (Trichromfärbung).



volumens betrug bei Patientin 1 34,1 %, bei Patient 2 37,4 % und bei Patient 3 59,5 %. Der prozentuale Anteil an fibrovaskulärem Markgewebe betrug bei Patientin 1 65,9 %, bei Patient 2 62,6 % und bei Patient 3 40,5 %. Der Prozentsatz an vitalem neuem Knochen lag bei 13,0 % (Patientin 1), 12,6 % (Patient 2) und 36,4 % (Patient 3) vom gesamten Knochengewebe (Abb. 4 bis 6).

Diskussion

Seit Ende der 1970er-Jahre, als Härtle als Erster von der Verwendung einer Verschiebeplastik für die Augmentation des atrophierten Unterkiefers berichtete, haben viele Kliniker gestielte oder Interpositionstransplantate modifiziert und entwickelt¹⁴⁻²⁰. Mit diesen Methoden konnte früher die Retention von Prothesen verbessert werden. Erst in neuerer Zeit wird

eine Augmentation des Alveolarkamms vorgenommen, um die Implantatinsertion zu ermöglichen.

Es ist notwendig, eine adäquate Knochenhöhe über dem N. alveolaris inferior zu erreichen, damit Implantate ohne Nervenschäden inseriert werden können und erfolgreich osseointegrieren. Politi und Robiony²⁰ stellten fest, dass die Sandwich-Osteotomie mit Basalknochen aus dem Alveolarkamm den Vorteil bietet, dass eine bessere vaskuläre Versorgung des Inlaytransplantats gewährleistet ist als bei einem Onlaytransplantat, sodass es weniger anfällig für eine Resorption ist. Jensen et al.²¹ beobachteten, dass mit der Distractionsosteogenese das gleiche Ergebnis erzielt werden kann. Hier wird allerdings die Sandwich-Osteotomie befürwortet, wenn nur eine geringfügige Korrektur im Bereich einer vertikalen Bewegung von 3 bis 6 mm erforderlich ist. Egbert et al.²²

berichteten, dass der N. alveolaris inferior im atrophierten Unterkiefer häufig lingual liegt und deshalb nicht genügend Platz für eine Sandwich-Osteotomie lingual zum Foramen bleibt, ohne dass der Nerv beschädigt wird. Jensen³ berichtete, dass bei allen Patienten eine gewisse postoperative Parästhesie auftritt, die höchstens sechs Wochen anhält und wahrscheinlich auf die Lappenretraktion am Nervus mentalis zurückzuführen ist.

Bei den hier vorgestellten drei Patienten wurde ein piezoelektrisches Instrument verwendet, um die Osteotomie präzise zu kontrollieren und einem Trauma des Nervs und des Weichgewebes während des Eingriffs vorzubeugen^{7-12, 23}. Bei keinem der Patienten trat eine neurosensorische Störung auf. Das linguale Periost und der Lappen sollten für eine maximale Blutversorgung des Knochensegments erhalten bleiben.

Die piezoelektrische Knochenchirurgie ist für die Sandwich-Augmentation von Vorteil, weil das linguale Periost und der Lappen erhalten bleiben und damit das Weichgewebe oder das neurovaskuläre Bündel nicht beeinträchtigt werden.

Viele Forscher haben festgestellt, dass in Allotransplantaten in knöchernen Defekten eine umfangreiche Knochenneubildung stattfindet²⁴⁻²⁸. Die mineralisierten Allotransplantate, die bei diesen Patienten zwischen dem Basalknochen und dem Knochensegment inseriert wurden, zeigten nach einem kurzen Einheilungszeitraum eine günstige Knochenneubildung. Bei allen Patienten zeigte die histologische Analyse des Allotransplantats mit der Lichtmikroskopie, dass der kalzifizierte neue Knochen eine organisierte Matrix hatte, die von einer unreifen Knochenmatrix oder Osteoiden umgeben war. Die angehobenen Knochensegmente zeigten eine günstige Knochenregeneration, sowohl mit als auch ohne Fixierung. Bei den fixierten Segmenten war die geringere Knochenresorption geringer als bei dem nicht fixierten Segment (Fall 1).

Schlussfolgerungen

Die piezoelektrische Sandwich-Technik für die Knochenaugmentation gilt sowohl für Kliniker als auch für Patienten als angenehmeres Verfahren als die Transplantation eines autogenen Knochenblocks, weil kein gesonderter Spenderbereich erforderlich ist. Mit der Sandwich-Technik kann ein moderater knöcherner Defekt vor der Implantatinsertion augmentiert werden.

Literatur

1. Jensen OT, Greer RO Jr, Johnson L, Kassebaum D. Vertical guided bone-graft augmentation in a new canine mandibular model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10:335-344.
2. Jensen OT. Distraction osteogenesis and its use with dental implants. *Dent Implantol Update* 1999;10:33-36.
3. Jensen OT. Alveolar segmental "sandwich" osteotomies for posterior edentulous mandibular sites for dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:471-475.
4. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: A preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7:360-366.
5. Maiorana C, Santoro F, Rabagliati M, Salina S. Evaluation of the use of iliac cancellous bone and anorganic bovine bone in the reconstruction of the atrophic maxilla with titanium mesh: A clinical and histologic investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:427-432.
6. Stoelinga PJ. *Preprosthetic Reconstructive Surgery. Principles of Oral and Maxillofacial Surgery*. Philadelphia: JB Lippincott, 1992: 1169-1207.
7. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol* 2004;53: 207-214.
8. 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.
9. Sohn DS. Piezoelectric block bone graft in severely atrophic posterior maxilla with simultaneous implant placement. *Dent Success* 2003;10:1208-1213.
10. Sohn DS. Piezoelectric removal of odontogenic cyst and harvesting of autogenous bone chip. *Dent Success* 2003;13:1461-1465.



11. Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:127–131.
12. Lee HJ, Ahn MR, Sohn DS. Piezoelectric distraction osteogenesis in the atrophic maxillary anterior area: A case report. *Implant Dent* 2007;16:227–232.
13. Parfitt AM, Drezner MK, Glorieux FH, et al. Bone histomorphometry: Standardization of nomenclature, symbols, and units. Report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. *J Bone Miner Res* 1987;2:595–610.
14. Peterson LJ, Slade EW Jr. Mandibular ridge augmentation by a modified visor osteotomy: A preliminary report. *J Oral Surg* 1977;35:999–1004.
15. Härle F. Follow-up investigation of surgical correction of the atrophic alveolar ridge by visor osteotomy. *J Maxillofac Surg* 1979;7:283–293.
16. Härle F. Visor osteotomy to increase the absolute height of the atrophied mandible. A preliminary report. *J Maxillofac Surg* 1975;3:257–260.
17. Schettler D. Sandwich technique with cartilage transplant for raising the alveolar process in the lower jaw (in German). *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1976;20:61–63.
18. Bell WH, Buckles RL. Correction of the atrophic alveolar ridge by interpositional bone grafting: A progress report. *J Oral Surg* 1978;36:693–700.
19. de Koomen HA, Stoeltinga PJ, Tideman H, Huybers TJ. Interposed bone-graft augmentation of the atrophic mandible (a progress report). *J Maxillofac Surg* 1979;7:129–135.
20. Politi M, Robiony M. Localized alveolar sandwich osteotomy for vertical augmentation of the anterior maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:1380–1382.
21. Jensen OT, Kuhlke L, Bedard JF, White D. Alveolar segmental sandwich osteotomy for anterior maxillary vertical augmentation prior to implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:290–296 (erratum 2006;64:997).
22. Egbert M, Stoeltinga PJ, Blijdorp PA, de Koomen HA. The “three-piece” osteotomy and interpositional bone graft for augmentation of the atrophic mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 1986;44:680–687.
23. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: An ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2004;42:451–453.
24. Minichetti JC, D’Amore JC, Hong AY, Cleveland DB. Human histologic analysis of mineralized bone allograft (Puros) placement before implant surgery. *J Oral Implantol* 2004;30:74–82.
25. Callan DP, Salkeld SL, Scarborough N. Histologic analysis of implant sites after grafting with demineralized bone matrix putty and sheets. *Implant Dent* 2000;9:36–44.
26. Babbush CA. Histologic evaluation of human biopsies after dental augmentation with a demineralized bone matrix putty. *Implant Dent* 2003;12:325–332.
27. Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, et al. The use of a mineralized allograft for sinus augmentation: An interim histological case report from a prospective clinical study. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26:259–260, 262–264, 266–268.
28. Gapski R, Neiva R, Oh TJ, Wang HL. Histologic analyses of human mineralized bone grafting material in sinus elevation procedures: A case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:59–69.