

## Eine Klassifizierung für die Kieferrelation



Daniel W. K. Kao, DDS, MS\*  
Joseph P. Fiorellini, DMD, DMSc\*\*

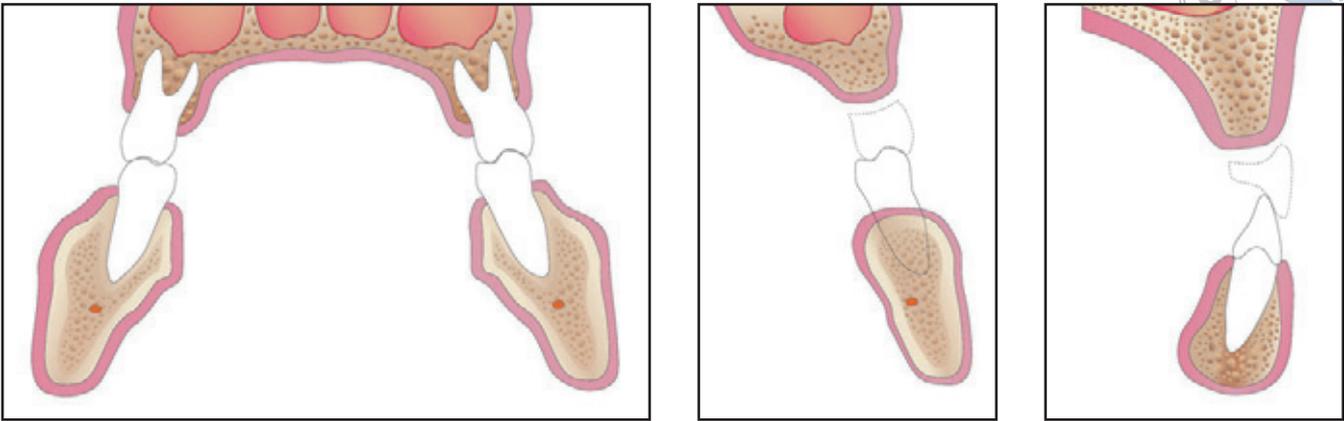
Bei Alveolarkammdefekten, die durch Zahnverlust, Trauma, Parodontal-krankheit oder kongenitale Läsionen verursacht sind, ist häufig eine Korrektur erforderlich, bevor eine Therapie mit Dentalimplantaten erfolgen kann. Zahlreiche Klassifizierungen, in denen Alveolarkammdefekte beschrieben werden, beschränken sich auf die Beschreibung des Zahnbogens („intra-arch-relationship“). In diesem Artikel wird ein neues Klassifizierungssystem für die Kieferrelation („interarch-relationship“) vorgestellt, das für die Entscheidungsfindung zu einer restaurativen und chirurgischen Therapie ausreichende Informationen zur Kieferrelation liefert. Weiterhin wird auf die digitale Volumentomografie und Optionen für multi-disziplinäre Behandlungskonzepte für die jeweiligen Klassifizierungen eingegangen (Int J Par Rest Zahnheilkd 2010;30:503–509.)

\* Director of Predoctoral Periodontics, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

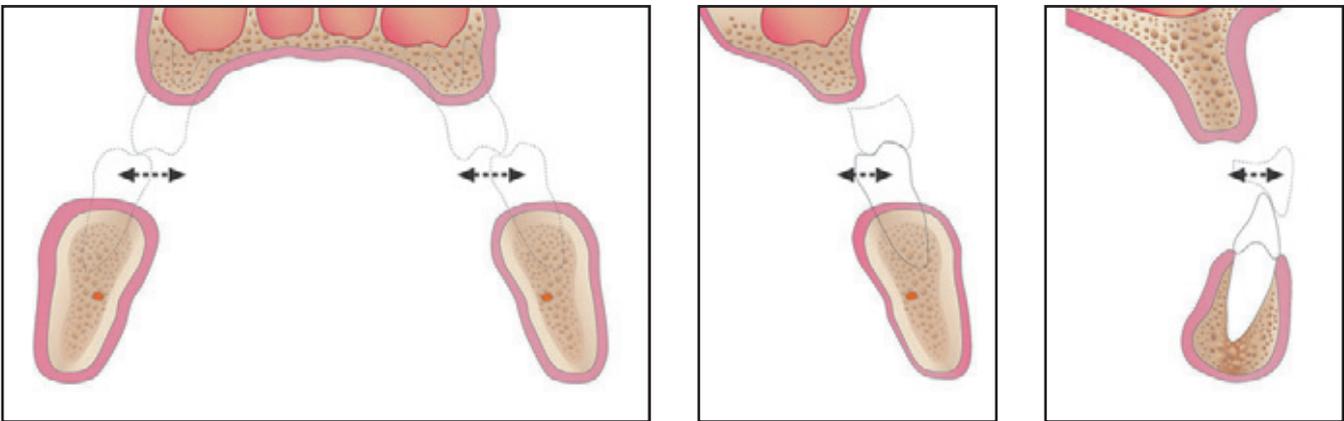
\*\* Professor und Leiter, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Korrespondenz an: Dr. Daniel W.K. Kao, University of Pennsylvania, School of Dental Medicine, Room W-1, Evans Building, 240 S. 40th Street, Philadelphia, PA 19104, USA; Fax: +1-215-573-3939

Zu den bekanntesten Klassifizierungen von Alveolarkammdefekten gehört diejenige, die ursprünglich von Seibert<sup>1</sup> vorgeschlagen wurde. In diesem Klassifizierungssystem wird der Klasse-I-Defekt als ein Verlust der bukkolingualen Gewebekontur mit normalen apikokoronaren Kammdimensionen definiert. Bei Klasse-II-Defekten liegt ein Verlust der apikokoronaren Gewebekontur mit normalen bukkolingualen Kammdimensionen vor und bei einem Klasse-III-Defekt eine Kombination aus Verlusten bei der Breite und Höhe des Alveolarkamms<sup>1</sup>. Allerdings betreffen die Klassifizierungen von Seibert nur den Kammdefekt in einem Kiefer („intra-arch“)<sup>2</sup>. In weiteren Klassifizierungssystemen<sup>3-9</sup> und Studien<sup>10-14</sup> wurde die Präparation des unbezahnten Kieferkamms, der Extraktionsalveole oder des einzelnen Bereichs für ein weitergehendes restauratives oder chirurgisches Behandlungskonzept untersucht. Aber auch diese Klassifizierungen und Informationen sind auf Kammdefekte eines einzelnen Kiefers beschränkt. Da mittlerweile auch Dentalimplantate zu den Behandlungsoptionen für eine Zahn-lücke zählen, müssen die Kieferrelationen berücksichtigt werden. Weil Dentalimplantate immer häufiger verwendet werden, sollte für ein erfolgreiches chirurgisches und restau-



**Abb. 1** (links) Normale Kieferrelation. (Mitte) Seitenzahn- und (rechts) Frontzahnbereiche einer normalen Kieferrelation.



**Abb. 2** (links) Klasse-I-Kieferrelation – horizontale Diskrepanz. (Mitte) Seitenzahn- und (rechts) Frontzahnbereiche einer Klasse-I-Kieferrelation.

ratives Ergebnis im Rahmen der Untersuchung des Volumens und der Dimensionen des Alveolarkamms auch eine Kieferrelationsbestimmung erfolgen.

### Klassifizierungssystem für die Kieferrelation

Das hier beschriebene Klassifizierungssystem für die Kieferrelation ist in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt. Eine Kieferrelation der Klasse I weist gegenüber der normalen Kieferre-

lation eine Diskrepanz in bukkolingualer Richtung auf (Abb. 2). Eine Kieferrelation der Klasse II weist gegenüber der normalen Kieferrelation und der normalen bukkolingualen Relation eine Diskrepanz in apikokoronaler Richtung auf (Abb. 3). Bei einer Kieferrelation der Klasse III zeigt sich eine Kombination der Diskrepanzen in apikokoronaler und bukkolingualer Richtung gegenüber der normalen Kieferrelation (Abb. 4).

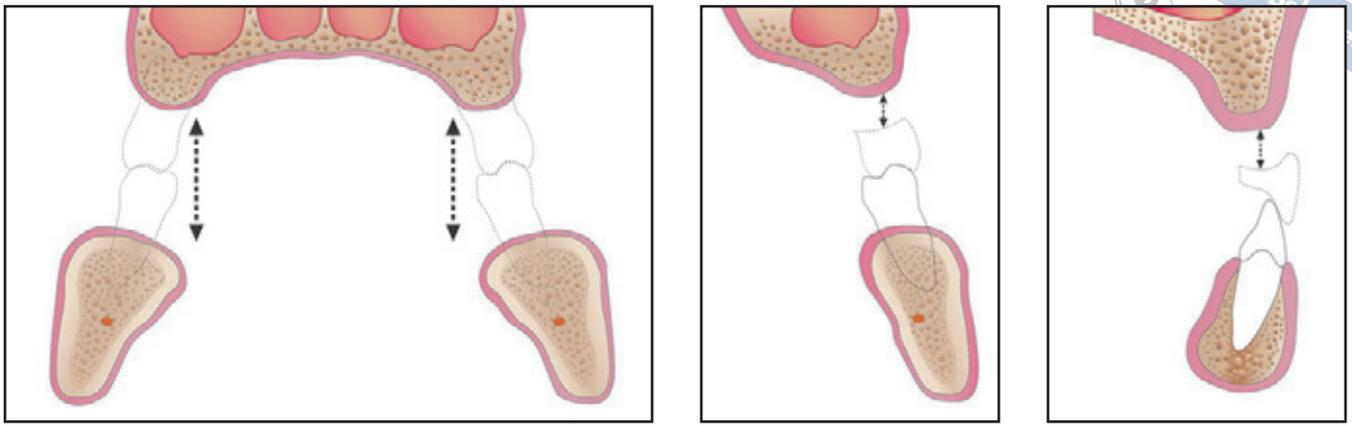
Die chirurgischen, restaurativen und kieferorthopädischen Behandlungsoptionen für die einzelnen Kie-

ferrelationen werden in Tabelle 1 beschrieben und zusammengefasst.

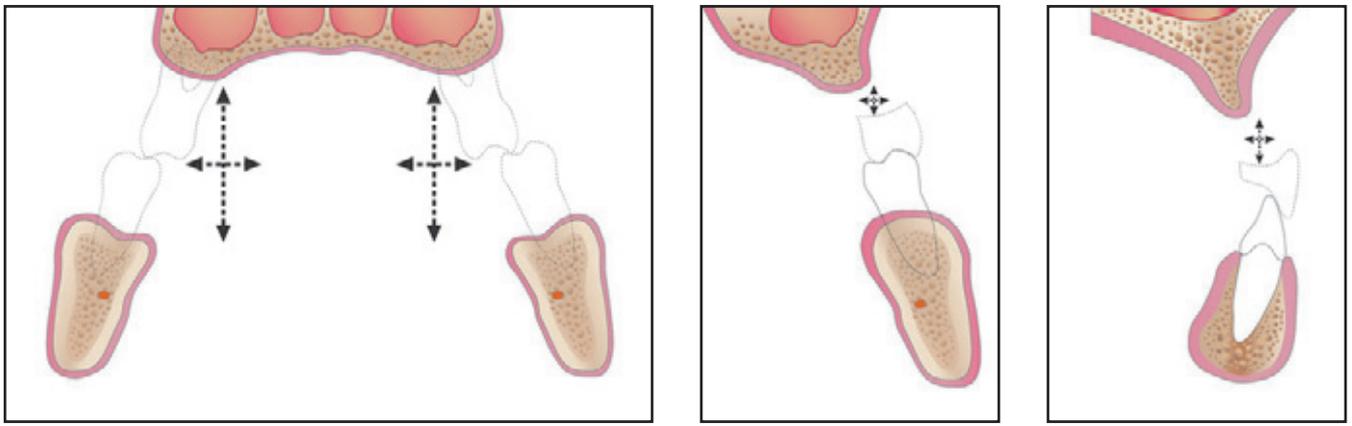
### Chirurgische Perspektiven

#### Hartgewebeaugmentation

- Gesteuerte Knochenregeneration (GBR): Bei der GBR werden Knochentransplantatmaterialien und Barrieremembranen verwendet, die als Platzhalter dienen, damit Knochenzellen in den Defekt einsprossen können<sup>15</sup>. Bei den Erfolgs-



**Abb. 3** (links) Klasse-II-Kieferrelation – vertikale Diskrepanz. (Mitte) Seitenzahn- und (rechts) Frontzahnbereiche einer Klasse-II-Kieferrelation.



**Abb. 4** (links) Klasse-III-Kieferrelation – horizontale und vertikale Diskrepanz. (Mitte) Seitenzahn- und (rechts) Frontzahnbereiche einer Klasse-III-Kieferrelation.

raten von Implantaten, die in augmentierte und nicht augmentierte Bereiche inseriert wurden, gibt es keinen statistisch signifikanten Unterschied<sup>16</sup>. Materialien für das Tissue-Engineering wie knochenmorphogenetische Proteine oder Thrombozytenkonzentrat haben bei GBR-Verfahren in Pilotstudien vielversprechende Implantat-Erfolgsraten gezeigt<sup>17, 18</sup>.

- Monokortikale Inlay-/Onlay-Transplantate aus intra- oder extraoralen Bereichen: Das Transplantatmaterial wird über den Defektbe-

reich platziert, um die Breite oder Höhe des Alveolarknochens oder beides zu verbessern. Bei der Wiedereröffnung nach sechs Monaten beträgt die durchschnittliche laterale Augmentation etwa 5 mm, die vertikale Augmentation etwa 2,2 mm<sup>19</sup>. Die Implantatinsertion in augmentierte Bereiche zeigt angemessene Überlebens- und röntgenologische Erfolgsraten<sup>20</sup>.

- Bone-Splitting: Der Alveolarkamm wird der Länge nach gespalten und geweitet, sodass ein Implantat, Transplantatmaterialien oder

beides inseriert werden können. Die Implantatüberlebensrate beträgt bei einem Bone-Splitting etwa 90 %<sup>21, 22</sup>. Die Verwendung der Piezochirurgie kann für die Wundheilung und die präzise Schnittführung von Vorteil sein<sup>23</sup>.

- Distraktionsosteogenese: Diese Technik wird seit vielen Jahren intraoral eingesetzt. Die Implantatüberlebensraten sind in Bereichen, die mit der Distraktionsosteogenese behandelt wurden, ähnlich wie bei Implantaten, die in natürlichen Knochen inseriert wur-

**Tabelle 1** Behandlungsoptionen der jeweiligen Kieferrelation

Behandlungsoptionen	Klasse-I-Diskrepanz*	Klasse-II-Diskrepanz†	Klasse-III-Diskrepanz‡
Chirurgisch			
Hartgewebeaugmentation	X	X	X
Weichgewebeaugmentation	X	X	X
Orthognathisch-chirurgischer Eingriff	X	X	X
Restorativ			
Abgewinkeltes (od. individ.) Abutment	X		X
Restauriert mit Kreuzbissokklusion	X		X
Restauriert mit Freidendprothese	X		X
Rosafarbene Keramik/Materialien		X	X
Änderung der vertikalen Dimension		X	X
Kieferortopädisch			
Forcierte Extrusion		X	X
Vorbehandlung im Oberkiefer	X		X

\*Horizontale Diskrepanz; †vertikale Diskrepanz; ‡horizontale und vertikale Diskrepanz.

den<sup>24</sup>. Allerdings sind die chirurgischen Techniken und die Komplikationen bei der Distraktionsosteogenese relativ aggressiv und invasiv<sup>25</sup>.

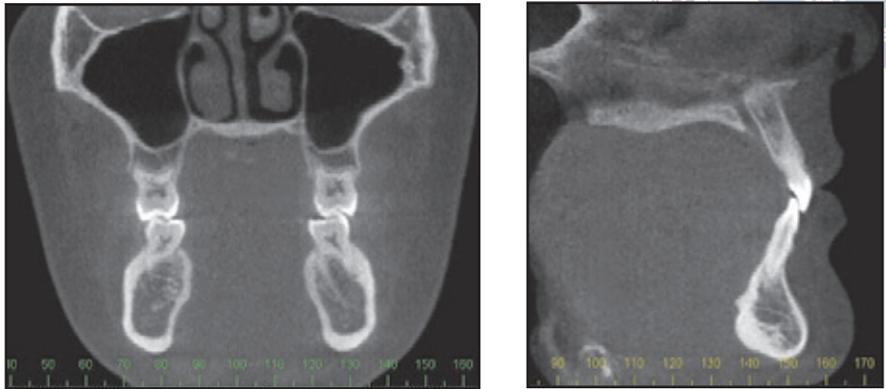
- Sinuslift: Ein Sinuslift ändert die Kieferrelation nicht. Allerdings kann durch die Augmentation der Kieferhöhle die Knochenhöhe im Oberkiefer vor der Insertion von enossalen Dentalimplantaten aufgebaut werden<sup>26, 27</sup>. Die beiden häufigsten chirurgischen Techniken sind eine externe Vorgehensweise, wie der Sinuslift über ein laterales Fenster<sup>28</sup>, und eine interne Vorgehensweise, wie ein mit dem Osteotom unterstützter transalveolärer Sinuslift<sup>29</sup>. Laut einer Metaanalyse betrug die durchschnittliche Überlebensrate von Implantaten, die in augmentierte Kieferhöhlen inseriert worden waren, insgesamt 92,6 %<sup>27</sup>.

### Weichgewebeaugmentation

- Inlay-Interpositions- und Onlay-Bindegewebstransplantate sind für die Behandlung kleiner bis mittlerer Weichgewebedefekte indiziert<sup>30-32</sup>. Bei größeren Defekten sind eventuell mehrere Transplantationseingriffe erforderlich<sup>9</sup>.
- Dabei können eine Rolltechnik oder unterschiedliche Techniken mit Bindegewebstaschen zum Einsatz kommen<sup>1, 3, 33, 34</sup>.
- Bei großen Defekten können ein Allotransplantat aus azellulärer dermaler Matrix<sup>35</sup> oder ein anderer durch Bioengineering gewonnener Ersatz für humane Haut<sup>36</sup> verwendet werden.

### Orthognathische Chirurgie

Bei extremen Defekten sind eventuell orthognathisch-chirurgische Eingriffe in Kombination mit Knochentrans-



**Abb. 5** DVT-Aufnahmen vom (links) Seitenzahn- und (rechts) Frontzahnbereich zur Untersuchung der Kieferrelation.

plantationen erforderlich, um die Diskrepanz zu beheben<sup>37-40</sup>.

*Restaurative Perspektiven*

Implantatgetragene Restaurationen bieten Patienten und Behandlern mehr Optionen, bedeuten aber auch, dass in Bezug auf die Implantatchirurgie komplexe Entscheidungen getroffen werden müssen.

**Nicht axiale Belastung (abgewinkeltes Abutment)**

Wenn aufgrund von anatomischen Einschränkungen die axiale Insertion eines Implantats ausgeschlossen ist, sind abgewinkelte Abutments die Behandlung der Wahl. Es wurden Studien durchgeführt, um die Auswirkung der Abwinkelung der Abutments zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigten bei der Sondierungstiefe, beim Gingivaniveau, beim Gingiva-Index und bei der Mobilität keine signifikanten Unterschiede zwischen abgewinkelten und Standardabutments<sup>41, 42</sup>. Es gibt allerdings bisher noch keine veröffentlichten Langzeitstudien, in denen die Auswirkung der nicht axialen Belastung auf das Kno-

chenlager der Dentalimplantate untersucht wurde<sup>43, 44</sup>.

**Kreuzbiss**

Durch einen Kreuzbiss bei palatinal versetzt inserierten Implantaten im Seitenzahnbereich des Oberkiefers kann die Belastung der bukkalen Extension reduziert und die axiale Belastung verbessert werden<sup>45, 46</sup>.

**Freiendprothesen**

In der Literatur wurden unterschiedliche Freiendprothesen diskutiert und empfohlen. Eine implantatgetragene Freiendbrücke mit kürzeren Extensionen hat eine bessere Überlebensrate als eine mit langen Extensionen<sup>47</sup>. Es ist allerdings noch eine Langzeit-Follow-up-Studie erforderlich, um das klinische Ergebnis von Freiendprothesen zu bestätigen<sup>43, 48</sup>.

**Rosafarbene Keramik/Materialien**

Rosafarbene Keramik (bzw. andere rosafarbene Materialien) können verwendet werden, um die ästhetischen Probleme zu lösen, die durch eine moderate Kammresorption und den Verlust der Papille entstehen<sup>49, 50</sup>.

**Änderung der vertikalen Dimension**

Bei unbezahnten Patienten oder bei Patienten, die eine vollständige Rekonstruktion benötigen, kann eine Änderung der vertikalen Dimension innerhalb des physiologischen Bereichs die vertikale Diskrepanz reduzieren.

*Kieferorthopädische Perspektiven*

**Forcierte Extrusion**

Für die Korrektur einer geringen vertikalen Diskrepanz kann vor der Zahnextraktion eine kieferorthopädische Extrusion versucht werden<sup>51-53</sup>.

**Vorbehandlung im Oberkiefer**

Bei einem Patienten mit einer geringfügigen bukkopalatinalen Diskrepanz kann für die Vorbehandlung im Oberkiefer eine kieferorthopädische Apparatur verwendet werden. Die Fallauswahl spielt dabei allerdings eine wesentliche Rolle<sup>54</sup>.

**Diagnostische Hilfsmittel**

Die übliche Methode der Untersuchung von Diskrepanzen ist die Ein-

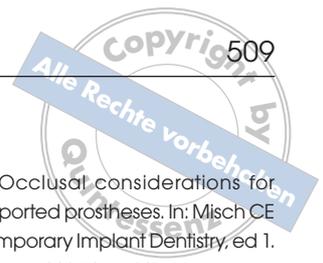
artikulierung von Ober- und Unterkiefermodellen mit einem diagnostischen Wax-up. Bei Patienten mit einer stabilen Okklusion wird häufig die maximale Interkuspitation verwendet. Bei Patienten, die eine Vollversorgung benötigen, können aber auch andere Kieferrelationen verwendet werden, wie z. B. eine retrudierte Kontaktposition. Auch die digitale Volumentomografie (DVT) ist ein wertvolles Hilfsmittel für die Untersuchung der alveolären Topografie und Pathologie sowie für die Erstellung eines Behandlungskonzepts für eine Implantatinsertion<sup>55</sup>. Die DVT-Aufnahmen wurden auch bei Patienten mit einer stabilen Okklusion unter maximaler Interkuspitation angefertigt. Außerdem kann mit solchen Aufnahmen die Kieferrelation untersucht werden (Abb. 5).

### Schlussfolgerungen

Die Klassifizierung der Kieferrelation kann von Parodontologen, Kieferchirurgen, restaurativ arbeitenden Zahnärzten und Kieferorthopäden als Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung bei der Erstellung des Behandlungskonzepts für eine Implantattherapie verwendet werden. Für ein erfolgreiches Behandlungsergebnis für den Patienten und den Behandler können DVT-Aufnahmen als diagnostisches Hilfsmittel verwendet werden, und zwar nicht nur für die Beurteilung der Situation in einem Zahnbogen, sondern auch für die Klassifizierung der Kieferrelation.

### Literatur

1. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend Contin Educ Dent* 1983;4:437–453.
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. Allen EP, Gainza CS, Farthing GG, Newbold DA. Improved technique for localized ridge augmentation. A report of 21 cases. *J Periodontol* 1985;56:195–199.
4. Lekholm U. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (eds). *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985:199–209.
5. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232–236.
6. Salama H, Salama M. The role of orthodontic extrusive remodeling in the enhancement of soft and hard tissue profiles prior to implant placement: A systematic approach to the management of extraction site defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:312–333.
7. Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 1987;4:7–13.
8. Caplanis N, Lozada JL, Kan JY. Extraction defect assessment, classification, and management. *J Calif Dent Assoc* 2005;33:853–863.
9. Wang HL, Al-Shammari K. HVC ridge deficiency classification: A therapeutically oriented classification. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:335–343.
10. Pietrovovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent* 1967;17:21–27.
11. Katranji A, Misch K, Wang HL. Cortical bone thickness in dentate and edentulous human cadavers. *J Periodontol* 2007;78:874–878.
12. 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.
13. Andersson B, Odman P, Widmark G, Waas A. Anterior tooth replacement with implants in patients with a narrow alveolar ridge form. A clinical study using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:90–98.
14. Jemt T, Book K, Lie A, Börjesson T. Mucosal topography around implants in edentulous upper jaws. Photogrammetric three-dimensional measurements of the effect of replacement of a removable prosthesis with a fixed prosthesis. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:220–228.
15. Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: A histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:13–29.
16. Buser D, Dula K, Lang NP, Nyman S. Long-term stability of osseointegrated implants in bone regenerated with the membrane technique. 5-year results of a prospective study with 12 implants. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:175–183.
17. Cochran DL, Jones AA, Lilly LC, Fiorellini JP, Howell H. Evaluation of recombinant human bone morphogenetic protein-2 in oral applications including the use of endosseous implants: 3-year results of a pilot study in humans. *J Periodontol* 2000;71:1241–1257.
18. Simion M, Rocchietta I, Dellavia C. Three-dimensional ridge augmentation with xenograft and recombinant human platelet-derived growth factor-BB in humans: Report of two cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:109–115.
19. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:103–111.
20. Levin L, Nitzan D, Schwartz-Arad D. Success of dental implants placed in intraoral block bone grafts. *J Periodontol* 2007;78:18–21.



21. Engelke WG, Diederichs CG, Jacobs HG, Deckwer I. Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and microfixation of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:310–318.
22. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: A five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:451–459.
23. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, et al. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:543–549.
24. Fiorellini JP, Nevins ML. Localized ridge augmentation/preservation. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:321–327.
25. Froum SJ, Rosenberg ES, Elian N, Tarnow D, Cho SC. Distraction osteogenesis for ridge augmentation: Prevention and treatment of complications. Thirty case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:337–345.
26. Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986;30:207–229.
27. Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:328–343.
28. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613–616.
29. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152, 154–156.
30. Seibert JS. Treatment of moderate localized alveolar ridge defects. Preventive and reconstructive concepts in therapy. *Dent Clin North Am* 1993;37:265–280.
31. Seibert JS. Reconstruction of the partially edentulous ridge: Gateway to improved prosthetics and superior aesthetics. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1993;5:47–55.
32. Seibert JS, Salama H. Alveolar ridge preservation and reconstruction. *Periodontol* 2000 1996;11:69–84.
33. Abrams L. Augmentation of the deformed residual edentulous ridge for fixed prosthesis. *Compend Contin Educ Gen Dent* 1980;1:205–213.
34. Langer B, Calagna LJ. The subepithelial connective tissue graft. A new approach to the enhancement of anterior cosmetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1982;2:22–33.
35. Griffin TJ, Cheung WS, Hirayama H. Hard and soft tissue augmentation in implant therapy using acellular dermal matrix. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:352–361.
36. Gath HJ, Hell B, Zarrinbal R, Bier J, Raguse JD. Regeneration of intraoral defects after tumor resection with a bioengineered human dermal replacement (Dermagraft). *Plast Reconstr Surg* 2002;109:889–893.
37. Isaksson S, Alberius P. Maxillary alveolar ridge augmentation with onlay bone-grafts and immediate endosseous implants. *J Craniomaxillofac Surg* 1992;20:2–7.
38. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:278–288.
39. Listrom RD, Symington JM. Osseointegrated dental implants in conjunction with bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:116–118.
40. Schoeman R, Subramanian L. The use of orthognathic surgery to facilitate implant placement: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:682–684.
41. Clelland NL, Gilat A, McGlumphy EA, Brantley WA. A photoelastic and strain gauge analysis of angled abutments for an implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:541–548.
42. Eger DE, Gunsolley JC, Feldman S. Comparison of angled and standard abutments and their effect on clinical outcomes: A preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:819–823.
43. Rosenberg E, Canto RE, Weisgold AS. Implant occlusion: A literature review. *Alpha Omega* 2005;98:8–21.
44. Liu CL. The impact of osseointegrated implants as an adjunct and alternative to conventional periodontal prosthesis. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26:653–654, 656, 659–660.
45. Misch CE. Occlusal considerations for implant supported prostheses. In: Misch CE (ed). *Contemporary Implant Dentistry*, ed 1. St Louis: Mosby, 1993:705–733.
46. Weinberg LA. Reduction of implant loading using a modified centric occlusal anatomy. *Int J Prosthodont* 1998;11:55–69.
47. Shackleton JL, Carr L, Slabbert JC, Becker PJ. Survival of fixed implant-supported prostheses related to cantilever lengths. *J Prosthet Dent* 1994;71:23–26.
48. Eickholz P, Hörr T, Klein F, Hassfeld S, Kim TS. Radiographic parameters for prognosis of periodontal healing of infrabony defects: Two different definitions of defect depth. *J Periodontol* 2004;75:399–407.
49. Behrend DA. The design of multiple pontics. *J Prosthet Dent* 1981;46:634–638.
50. Garcia LT, Verrett RG. Metal-ceramic restorations—Custom characterization with pink porcelain. *Compend Contin Educ Dent* 2004;25:242, 244, 246.
51. Ingber JS. Forced eruption. I. A method of treating isolated one and two wall infrabony osseous defects—Rationale and case report. *J Periodontol* 1974;45:199–206.
52. Ingber JS. Forced eruption: Part II. A method of treating nonrestorable teeth—Periodontal and restorative considerations. *J Periodontol* 1976;47:203–216.
53. Ingber JS. Forced eruption: Alteration of soft tissue cosmetic deformities. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:416–425.
54. Sabri R. Treatment of a unilateral Class II crossbite malocclusion with traumatic loss of a maxillary central incisor and a lateral incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:759–770.
55. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig* 2006;10:1–7.