

Effekt von Zigarettenrauchen und reduzierter Knochenhöhe auf dentale Implantate bei Sofortimplantation nach hydraulischem Sinuslift



Thomas H. S. Lin, DMD, MS¹/Leon Chen, DMD, MS²/Jennifer Cha, DMD, MS²
 Marjorie Jeffcoat, DMD³/Daniel W. K. Kao, DDS, MS, DMD⁴
 Myron Nevins, DDS⁵/Joseph P. Fiorellini, DMD, DMSc⁶

In dieser Studie wurden die Auswirkungen des Zigarettenrauchens und der Knochenhöhe auf das Überleben von dentalen Implantaten untersucht, die sofort nach einem Sinuslift inseriert wurden. Dazu wurden retrospektiv 334 Patientenakten durchgesehen und 75 Patienten (155 Implantate) in die Studie aufgenommen. Die Datenerhebung erfolgte anhand von Behandlungsaufzeichnungen und Röntgenaufnahmen und berücksichtigte Alter, Geschlecht, Raucherstatus, Knochenhöhe des Sinusbodens, Angaben zu den Implantaten und zum Implantatüberleben. Bei der Wiedereröffnung betrug die Implantatüberlebensrate der Nichtraucher 93 % und der Raucher 84 %. Nach 12-monatiger funktioneller Belastung sank die Implantatüberlebensrate bei den Nichtrauchern auf 87 % (81 von 93), bei den Rauchern auf 79 % (49 von 62) ($P < 0,000$). Die Auswertung ergab, dass sich das Rauchen bei einer präoperativen Knochenhöhe < 4 mm signifikant auf das Implantatüberleben auswirkt, da hierfür die Überlebensrate bei Nichtrauchern 82,4 % beträgt und bei Rauchern 60 % ($P < 0,05$). Wird eine Sofortimplantation nach einem Sinuslift geplant, ist das Rauchen somit insbesondere für Patienten mit reduzierter Knochenhöhe ein Hochrisikofaktor. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:243–249.)

¹ Assistenzarzt, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

² Privatpraxis, Dental Implant Institute of Las Vegas, Las Vegas, Nevada, USA.

³ Professorin und emeritierte Dekanin, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

⁴ Instructor, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

⁵ Klinischer Professor, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

⁶ Professor und Chefarzt, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Korrespondenz an: Dr. Joseph P. Fiorellini, Department of Periodontics, University of Pennsylvania School of Dental Medicine, 240 S. 40th St, Philadelphia, PA 19104, USA; E-Mail: jpf@dental.upenn.edu

Derzeit rauchen etwa 50 Millionen Einwohner der USA¹. Bei Rauchern ist die Prävalenz von Parodontalerkrankungen, Zahnverlust und Mundkrebs erhöht, außerdem ist die Wundheilung der oralen Gewebe vermutlich dosisabhängig beeinträchtigt. Da die Knochenqualität sowohl durch aktuelles Rauchen als auch durch den kumulativen lebenslangen Tabakkonsum reduziert wird², wirkt sich das Rauchen vermutlich auch auf das Überleben dentaler Implantate aus. Laut De Bruyn und Collaert³ hängt ein Implantatmisserfolg bei Rauchern generell mit einer schlechten Knochenqualität zusammen, sodass sich ein früher Misserfolg (vor der Belastung) oft durch eine Verbesserung der Knochenmenge und -qualität verhindern lässt. Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen zum Implantatmisserfolg bei Rauchern^{4,5}. Außerdem wird vermutet, dass die Exposition des periimplantären Gewebes gegenüber Rauch und nicht das Versagen der Osseointegration an sich für die niedrigen Überlebensraten verantwortlich ist⁶. Rauchen reduziert auch das Implantatüberleben nach einer Alveolarkammaugmentation. Mayfield et al.⁷ ermittelten unterschiedliche Implantaterfolgsraten bei Nichtrauchern (100 %) und bei Rauchern (43 %). Jensen et al.⁸ belegten, dass



Rauchen das Überleben von Implantaten nach einem Sinuslift reduziert. Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen des Zigarettenrauchens und der Alveolarkammatrophy auf das Überleben von Implantaten, die nach einem Sinuslift sofort inseriert wurden.

Material und Methode

Datenerfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden die Akten von Patienten gesichtet, bei denen durch zwei Chirurgen in zwei Zahnarztpraxen ein hydraulischer Sinuslift erfolgt war. Die Implantate wurden jeweils sofort in die transplantierte Kieferhöhle gesetzt und heilten gedeckt ein. Das in dieser Studie verwendete Verfahren war eine Modifikation der konventionellen transalveolären Sinuselevation, die als minimalinvasiver hydraulischer Sinuslift bezeichnet wird⁹. Anschließend wurden die Implantate freigelegt und innerhalb von einem Monat restauriert. Erfasst wurden Alter, Geschlecht, Raucherstatus, Knochenhöhe am Sinusboden sowie Informationen über die dentalen Implantate und das Implantatüberleben. Ausschlusskriterien waren nicht kontrollierte systemische Krankheiten, pathologische Veränderungen, unzureichende Follow-up-Daten (minimaler Belastungszeitraum: 12 Monate) und nicht auswertbare Röntgenaufnahmen.

Röntgenbefundung

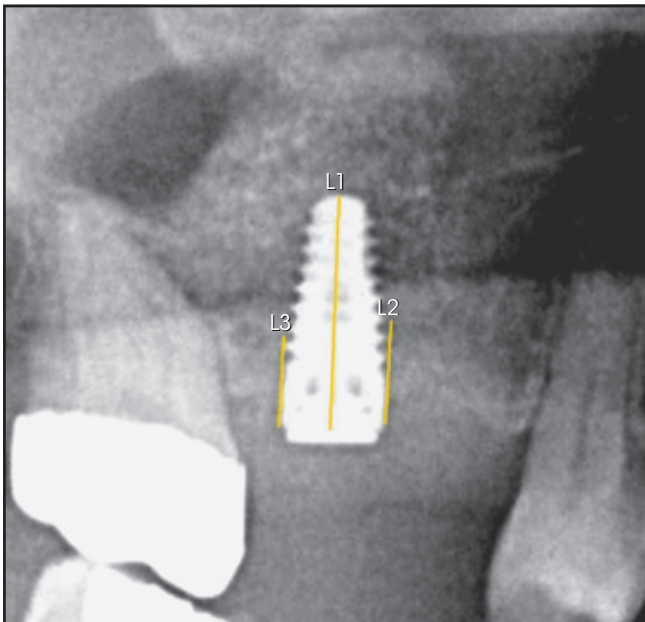
Sofern vorhanden, wurden digitale Röntgenaufnahmen herangezogen und Röntgenfilme eingescannt und digitalisiert. Die Messung erfolgte an

unmittelbar postoperativ und später im postoperativen Verlauf aufgenommenen Bildern mit der Inspector 2.2 Software (Matrox) und einer Vergrößerung x 22,4. Auch der Untersucher wurde kalibriert, sodass die Standardabweichung $\pm 0,05$ mm betrug. Die Knochenhöhe am Sinusboden wurde anhand bekannter Implantatlängen vor der Behandlung in Pixel gemessen und in Millimeter umgerechnet (Abb. 1a und 1b). Intraoperativ wurde die Knochenhöhe mesial und distal an den Implantaten gemessen, gemittelt und in drei Gruppen eingeteilt (0 bis 4,0 mm, 4,1 bis 8,0 mm und 8,1 bis 12,0 mm).

Die Kriterien für das Implantatüberleben wurden überwiegend mithilfe von Röntgen- und klinischen Untersuchungen erfasst: Funktion in der Mundhöhle, keine Hinweise auf periimplantäre Aufhellungen, keine Mobilität oder persistierenden Schmerzen, Beschwerden oder Infektionen. Die beiden letzten Kriterien wurden aus den Patientenakten entnommen.

Statistische Auswertung

Für die demografischen Daten wurden die statistischen Grundwerte ermittelt (z. B. Mittelwert, Standardabweichung). Das Implantatüberleben bei Rauchern und Nichtrauchern wurde durch die Berechnung der Odds Ratios verglichen. Die Auswertung der kumulativen Überlebensraten bei Rauchern und Nichtrauchern im Studienverlauf erfolgte mithilfe des Pearsons Chi-Quadrat-Tests und der Kaplan-Meier-Analyse. Pearsons Chi-Quadrat-Test wurde auch zum Vergleich der Auswirkungen des Rauchens auf das Implantatüberleben in Abhängigkeit von der intraoperativ gemessenen Knochenhöhe verwendet.



	X1	Y1	X2	Y2	Info	Info
Line 1	808	744	813	615	129 pixels	88 degree
Line 2	844	741	847	685	56 pixels	87 degree
Line 3	774	743	777	693	50 pixels	87 degree

Abb. 1a und 1b Radiologische Messung der präoperativen Knochenhöhe unter dem Sinusboden in Pixeln und Winkeln.

Ergebnisse

Probenverteilung

Insgesamt wurden 334 Patientenakten durchgesehen und 75 Patienten mit 155 Implantaten in diese Studie aufgenommen. Das mittlere Alter bei der Implantation betrug 59,6 Jahre. Insgesamt wurden die Akten von 32 Männern (20 Nichtraucher, 12 Raucher) aufgenommen und von 43 Frauen (27 Nichtraucherinnen, 16 Raucherinnen). Insgesamt wurden 91 Sinuslifts untersucht, 54 bei Nichtrauchern und 37 bei Rauchern. Bei den Nichtrauchern wurden 94 Implantate gesetzt, bei den Rauchern 62. Die mittlere native Knochenhöhe unter dem Sinusboden betrug $4,85 \pm 0,16$ mm. Die Kno-

chenhöhe am Implantatbett betrug 0 bis 4,0 mm (95 Implantate), 4,1 bis 8,0 mm (86 Implantate) bzw. 8,1 bis 12,0 mm (10 Implantate).

Kumulatives Implantatüberleben und Odds Ratio

Die Implantate wurden innerhalb von einem Monat nach der Wiedereröffnung restauriert. Die Gesamtüberlebensrate betrug bei der Zweitoperation 88,5 % (Nichtraucher 92 %, Raucher 84 %). Nach 12-monatiger Belastung betrug sie 83 % (Nichtraucher 87 %, Raucher 79 %). Der Chi-Quadrat-Test ergab einen signifikanten Vorteil für die Nichtraucher ($P < 0,000$) (Abb. 2 und Tabelle 1).

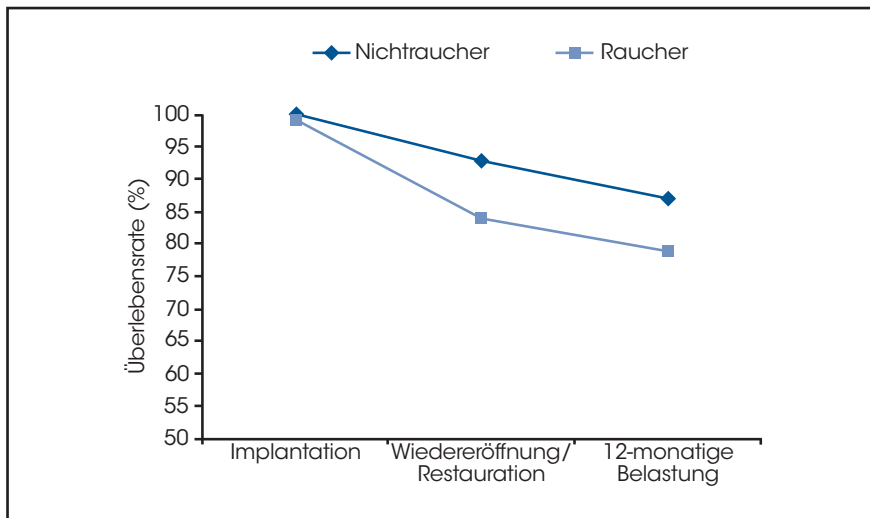


Abb. 2 Kumulative Implantatüberlebensrate nach 12 Monaten.

In den Tabellen 2 und 3 werden die Odds Ratios des Implantatüberlebens abhängig von Raucherstatus und Geschlecht aufgelistet. Anhand dieser Daten war die Wahrscheinlichkeit für einen Implantatmisserfolg nach 12 Monaten bei Rauchern 1,8 Mal höher als bei Nichtrauchern. Dieser Unterschied war im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant ($P = 0,001$).

Native Knochenhöhe und Misserfolg versus Raucherstatus

Die intraoperativ gemessene Knochenhöhe unter dem Sinusboden wurde in drei Gruppen eingeteilt: 0 bis 4,0 mm, 4,1 bis 8,0 mm und 8,1 bis 12,0 mm. Am Ende des ersten Jahres wurde der Implantatmisserfolg bei Rauchern und Nichtrauchern abhängig von der intraoperativ gemessenen Knochenhöhe berechnet (Tabelle 4). Dabei ergab sich ein häufigerer Misserfolg bei geringerer nativer Knochenhöhe. Noch größer und statistisch signifikant war der Unterschied zwischen Rauchern und Nichtrauchern bei Verwendung

des Chi-Quadrat-Tests ($P < 0,05$). Damit wirkte sich das Rauchen signifikant auf das Implantatüberleben aus, wenn die Knochenhöhe präoperativ $< 4,0$ mm war.

Diskussion

Eine Implantation im oberen Seitenzahnbereich macht oft die Augmentation des knöchernen Sinusbodens erforderlich. Seit der Erstbeschreibung des Zugangs mit lateralem Fenster zur Sinusaugmentation wurden zahlreiche Modifikationen dieses Verfahrens entwickelt, allen voran der transkrestale Zugang von Summers¹⁰. In ihrem Bericht über eine Konsensuskonferenz betrachteten Jensen et al. die Daten von Sinusaugmentationen von 38 Chirurgen. Darunter gab es 1007 Sinustransplantationen mit 2997 Implantaten und einem Follow-up von bis zu 10 Jahren⁸. Sie ermittelten bei einer mindestens dreijährigen funktionellen Belastung der Implantate eine Erfolgsrate von insgesamt 90 %. Als ein Risikofaktor für den Implantatmisserfolg wurde das Zigaretten-

rauchen benannt, da bei Rauchern eine Misserfolgsquote von 12,7 % bestand, im Gegensatz zu 4,8 % bei den Nichtrauchern. Bei etwa 30 % der fehlgeschlagenen Implantate spielte Rauchen eine Rolle.

In dem systematischen Review von Klokkevold und Han¹¹ betrug die gepoolte Überlebensrate bei Rauchern 89,7 %, bei Nichtrauchern 93,3 %. Der Unterschied von 2,68 % wurde als statistisch signifikant eingestuft. In einer Metaanalyse von Strietzel et al.¹² lag der Odds Ratio für einen Implantatmisserfolg beim Vergleich von Rauchern und Nichtrauchern bei 2,64. Außerdem erhöhte Rauchen das Risiko für einen Misserfolg bei einer Implantation in einen vertikal oder horizontal augmentierten Bereich (Sinuslift oder gesteuerte Knochenregeneration) gegenüber Nichtrauchern (Odds Ratio: 3,61).

Auch in einem aktuellen Review-Artikel der 4. ITI-Konsensuskonferenz wurden die Auswirkungen des Rauchens auf das Implantatüberleben betrachtet¹³. Dazu wurden insgesamt 88 Publikationen ausgewertet, von denen nur sieben die Überle-

Tabelle 1 Kumulatives Implantatüberleben nach 12 Monaten			
	Implantation	Wiedereröffnung/ Restauration	12-monatige Belastung
Nichtraucher	100 %	92 % (86/93)	87 % (81/93) *
Raucher	100 %	84 % (52/62)	79 % (49/62) †

* 5 Implantate versagten bei funktioneller Belastung, 7 vor der Wiedereröffnung, insgesamt 12 Implantate.

† 3 Implantate versagten bei funktioneller Belastung und 10 vor oder während der Wiedereröffnung, insgesamt 13 Implantate.

Tabelle 2 Odds Ratio des Implantatüberlebens abhängig vom Raucherstatus			
	Überleben	Misserfolg	Odds Ratio
Nichtraucher	49	13	1,8
Raucher	81	12	

Tabelle 3 Odds Ratio des Implantatüberlebens abhängig vom Geschlecht				
	Überleben	Misserfolg	Gesamt	Odds ratio
Männer	56	15	71	1,1
Frauen	68	16	84	
Gesamt	124	31	155	-

Tabelle 4 Implantmisserfolg bei Nichtrauchern und Rauchern nach 12 Monaten abhängig von der präoperativen Knochenhöhe				
	Präoperative Knochenhöhe			
	0-4 mm	4,1-8,1 mm	8,1-12 mm	
Implantmisserfolg bei Nichtrauchern	6/34	6/51	0/8	
Implantatüberlebensrate	82,4 %	88,2 %	100,0 %	
Implantmisserfolg bei Rauchern	10/25	3/35	0/2	
Implantatüberlebensrate	60,0 %	91,4 %	100,0 %	

bensraten von Implantaten bei Rauchernangaben (26,09 bis 94,1 %). In diesem Review betrug der Odds Ratio für das Implantatversagen im Vergleich von Rauchern zu Nichtrauchern bei einer Sofortimplantation nach einem Sinuslift 1,8¹³.

In der vorliegenden Studie erfolgte der Sinuslift transkrestal. Die präoperative Knochenhöhe unter dem Sinus kann vermutlich das Implantatüberleben und den operativen Zugang beeinflussen (transkrestal oder laterales Fenster). Daher ergab sich die Frage, ob bei einer Knochenhöhe < 5 mm ein laterales Fenster erforderlich ist. Außerdem besteht keine Übereinkunft darüber, wie groß das absolute Knocheniveau bei einer gleichzeitigen Knochentransplantation und Implantation sein sollte. 2004 veröffentlichte Toffler¹⁴ Implantatüberlebensraten für unterschiedliche Knochenhöhen. Bei einem Knocheniveau von ≥ 5 mm betrug die Erfolgsrate 94,7 %, bei einer Knochenhöhe ≤ 4 mm hingegen nur 73,3 %. Die Implantationen wurden in demselben Eingriff wie die Transplantationen vorgenommen. Toffler kam zu dem Schluss, dass die präoperative Knochenhöhe an der Alveole der primäre Einflussfaktor auf das Implantatüberleben ist. Der Implantattyp und das Verhältnis von Autograft zu Xenograft wirkten sich hingegen weitaus schwächer aus.

Bei der Stratifizierung der Patientendaten nach der präoperativen Knochenhöhe ergab sich, dass ein minimales Knochenangebot vermutlich eine wichtige Rolle spielt, wenn keine Osseointegration besteht⁸. Ein Implantatmisserfolg entstand nur dann, wenn die Implantate in Knochen mit einer Höhe < 8 mm gesetzt wurden. Peleg et al.¹⁵ setzten bei Sinuslifts mit lateralem Fenster Implantate in Bereiche mit 1 bis 7 mm Restknochenhöhe. Nach neun Jahren erfassten sie eine Überlebensrate von 97 %.

In der vorliegenden Studie wurde die präoperative Knochenhöhe in drei Gruppen eingeteilt: 0 bis 4 mm, 4,1 bis 8,0 mm und 8,1 bis 12,0 mm. Außerdem wurde zwischen Implantaten unterschieden, die bei Rauchern bzw. Nichtrauchern gesetzt wurden. Bei einer Knochenhöhe ≤ 4 mm unterschieden sich die Implantatüberlebensraten von Rauchern und Nichtrauchern stärker (60 % bzw. 82 %) als bei einer Knochenhöhe von 4,1 bis 8,0 mm (88 % bzw. 91 %). Der Effekt des Rauchens auf das Implantatüberleben war bei einer präoperativen Knochenhöhe < 4 mm ebenfalls signifikant ($P < 0,05$). Laut diesen Ergebnissen sollten bei Rauchern mit einer präoperativen Knochenhöhe < 4 mm nicht sofort nach der Augmentationsimplantation Implantate gesetzt werden. Im Gegensatz dazu ist die transkrestale Sinusaugmentation ein geeignetes Verfahren bei Nichtrauchern mit einer präoperativen Knochenhöhe < 4 mm. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass die in dieser Studie untersuchten Implantate einen unterschiedlichen Nachbeobachtungszeitraum hatten, sodass ein Bias möglich ist.

Retrospektive Studien unterliegen grundsätzlich gewissen Einschränkungen. Der wichtigste Nachteil der vorliegenden Studie war, dass alle Daten aus Patientenakten und von Röntgenaufnahmen stammten. Damit wurden Patienten hauptsächlich wegen fehlender Angaben ausgeschlossen. Nachteilig war auch die Einstufung des Raucherstatus, weil die Patienten lediglich in Raucher und Nichtraucher eingeteilt wurden. Nachfolgende Untersuchungen sollten einen Raucherfragebogen enthalten, der die Dauer und Art des Rauchens sowie den täglichen Zigarettenkonsum erfasst. Zukünftig sollten der Dosiseffekt und die Dauer des Rauchens in Studien berücksich-

tigt werden¹⁶. Nach Sánchez-Pérez et al.¹⁷ liegt das relative Risiko für einen Implantatmisserfolg bei leichtem bis mäßigem Rauchen (< 20 Zigaretten täglich) bei 10,1 %, bei starkem Rauchen beträgt es 30,8 %. Ein weiterer Nachteil der vorliegenden Studie war, dass die Röntgenaufnahmen nicht standardisiert waren. Auch die Messung der Knochenhöhen an der mesialen und distalen Implantatfläche kann einem Bias unterliegen, da die Knochenhöhe insbesondere bei einer Soforttransplantation reduziert sein kann. Schließlich hängt das Implantatüberleben auch von der Restauration ab (Krone vs. Vollrestauration). Aufgrund der begrenzten Probengröße reichte die Evidenz nicht dazu aus, einen direkten Zusammenhang zwischen Implantatüberleben und der Art der Restauration herzuleiten, wie er andernorts veröffentlicht wurde^{18,19}.

Schlussfolgerung

Der Einfluss des Rauchens auf das Implantatüberleben ist bekannt, nicht aber der Effekt auf Implantate, die sofort nach einem transkrestalen Sinuslift gesetzt wurden. Die Ergebnisse dieser retrospektiven Studie zeigen, dass Implantate im ersten Jahr der funktionellen Belastung bei Rauchern doppelt so oft fehlschlagen wie bei Nichtrauchern. Der verheerende Effekt des Rauchens zeigte sich vor allem, wenn das Implantat in Knochen mit einer Höhe < 4 mm gesetzt wurde. Hier war das Implantatüberleben deutlich reduziert. War das Knochenangebot präoperativ größer, zeigte sich dieser Effekt nicht ganz so ausgeprägt. Wird nach einem transkrestalen Sinuslift sofort ein Implantat inseriert, sollte das Rauchen vor allem bei einer präoperativen Knochenhöhe < 4 mm als Hauptrisikofaktor betrachtet werden.

Literatur

1. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Cigarette smoking among adults—United States. *MMWR Morbid Mortal Wkly Rep* 2004;53:427–431.
2. Bernaards CM, Twisk JW, Snel J, van Mechelen W, Lips P, Kemper HC. Smoking and quantitative ultrasound parameters in the calcaneus in 36-year-old men and women. *Osteoporos Int* 2004;15:735–741.
3. De Bruyn H, Collaert B. The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:260–264.
4. Bain CA, Moy PK. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:609–615.
5. Balshe AA, Eckert SE, Koka S, Assad DA, Weaver AL. The effects of smoking on the survival of smooth- and rough-surface dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:1117–1122.
6. Lambert PM, Morris HF, Ochi S. The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants. *Ann Periodontol* 2000;5:79–89.
7. Mayfield LJ, Skoglund A, Hising P, Lang NP, Attström R. Evaluation following functional loading of titanium fixtures placed in ridges augmented by deproteinized bone mineral. A human case study. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:508–514.
8. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(suppl):11–45.
9. Chen L, Cha J. An 8-year retrospective study: 1,100 patients receiving 1,557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol* 2005;76:482–491.
10. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152–156.
11. Klokkevold PR, Han TJ. How do smoking, diabetes, and periodontitis affect outcomes of implant treatment? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):173–202.
12. Strietzel FP, Reichart PA, Kale A, Kulkarni M, Wegner B, Küchler I. Smoking interferes with the prognosis of dental implant treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2007;34:523–544.
13. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):237–259.
14. Toffler M. Minimally invasive sinus floor elevation procedures for simultaneous and staged implant placement. *NY State Dent J* 2004;70:38–44.
15. Peleg M, Garg AK, Mazor Z. Predictability of simultaneous implant placement in the severely atrophic posterior maxilla: A 9-year longitudinal experience study of 2132 implants placed into 731 human sinus grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:94–102.
16. Heitz-Mayfield LJ, Huynh-Ba G. History of treated periodontitis and smoking as risks for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):39–68.
17. Sánchez-Pérez A, Moya-Villaescusa MJ, Caffesse RG. Tobacco as a risk factor for survival of dental implants. *J Periodontol* 2007;78:351–359.
18. Bryant SR, MacDonald-Jankowski D, Kim K. Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):117–139.
19. Weber HP, Sukotjo C. Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):140–172.