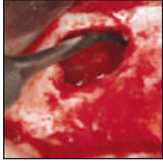


Inzidenz der Membranperforation bei der Sinusbodenelevation mit Schallinstrumenten: Eine Serie von 40 klinischen Fällen



Daniel S. Weitz, DDS¹
Alessandro Geminiani, DDS, MS¹
Dimitrios E.V. Papadimitriou, DDS²
Carlo Ercoli, DDS³
Jack G. Caton, DDS, MS⁴

In dieser Studie wurde die Inzidenz von Komplikationen und Membranperforationen bei der Sinusbodenaugmentation mit lateralem Knochenfenster untersucht. Dazu wurden die Daten von 33 konsekutiven Patienten (40 Kieferhöhlen) analysiert. Bei sieben der Patienten waren Membranperforationen aufgetreten (17,5 % der Eingriffe), davon drei bei der Präparation des Knochenfensters (7,5 % der Eingriffe). Postoperativ trat bei zwei Patienten (5 %) eine Kieferhöhleninfektion und bei weiteren zwei Patienten (5 %) eine Lappendehiszenz auf. Diese Studie belegt, dass die Sinusbodenelevation mit einer Kombination aus Hand- und Ultraschallinstrumenten machbar und sicher ist und nur selten zu Komplikationen führt. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 105–112)

¹ Postgraduate Student, Division of Periodontics, Eastman Institute for Oral Health, School of Medicine and Dentistry, University of Rochester, Rochester, New York, USA.

² ITI Scholar, Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, Harvard School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA.

³ Außerordentlicher Professor, Lehrstuhlinhaber und Program Director, Division of Prosthodontics, Eastman Institute for Oral Health, School of Medicine and Dentistry, University of Rochester, Rochester, New York, USA.

⁴ Professor, Lehrstuhlinhaber und Program Director, Division of Periodontics, Eastman Institute for Oral Health, School of Medicine and Dentistry, University of Rochester, Rochester, New York, USA.

Korrespondenz an: Dr. Alessandro Geminiani, Division of Periodontics, University of Rochester, Eastman Institute for Oral Health, 625 Elmwood Ave, Rochester, NY 14620, USA. E-Mail: geminiani@perio.org

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Bei einer Pneumatisierung der Kieferhöhle nimmt im oberen Seitenzahnbereich die Menge des verfügbaren Knochenangebots für eine Implantation ab. Um den Alveolarkamm in diesem Bereich zu erhöhen, wurden zahlreiche Verfahren vorgeschlagen, deren Indikationen vom verbliebenen Knochenangebot abhängen^{1–3}. Bei einer Alveolarkammhöhe unter 5 mm wird oft eine subantrale Augmentation durchgeführt^{1,2}. Boyne und James⁴ beschrieben als Erste die Sinusbodenelevation mit dem Einbringen von Knochenersatzmaterial unter die Sinusmembran, um das Knochenvolumen inferior der Kieferhöhle zu vergrößern. Seitdem ist die Sinusbodenelevation mit lateralem Knochenfenster zu einem Standardverfahren der Implantologie geworden, das eine Erfolgsrate von fast 100 % zeigt^{5–9}.

Trotz der ermutigenden Erfolgsraten der lateralen Fensterung mit oder ohne simultane Implantation kommt es oft zu einer Perforation der Sinusmembran; die Häufigkeit wird mit 11 bis 54 % angegeben^{10–12}. Zur Reparatur dieser Perforationen wurden verschiedene Verfahren vorgeschlagen, deren Techniken und Erfolgsraten von der Größe und Lage der Perforation abhängen^{11,13,14–16}. Selbst wenn jedoch eine Reparatur grundsätzlich möglich ist, steht der Arzt erhöhten Kosten, einer verlängerten Behandlungsdauer und einem komplexeren



Abb. 1 Schallhandstück mit diamantierter Schallspitze, die mit 6 kHz und Wasserkühlung vibriert.

Eines der oszillierenden Instrumente, das derzeit in der Prothetik eingesetzt wird, ist das luftbetriebene Schallhandstück. Der Unterschied zum Ultraschallinstrument besteht darin, dass es durch einen im Gerät erzeugten Luftstrahl angetrieben wird (ähnlich wie bei einer konventionellen Turbine). Durch diesen Luftstrahl oszilliert das Instrument mit einer Frequenz von 6 kHz und einer Amplitude von 240 µm (Abb. 1). Schallinstrumente werden schon seit vielen Jahren in der Parodontologie eingesetzt²⁴. Nun wurde eine diamantierete Schallspitze entwickelt, die zum Anlegen subgingivaler Grenzen für Kronenpräparationen dient²⁵. Dieses Schallhandstück soll das gingivale Gewebe beim Entfernen der Zahnsubstanz nicht oder kaum beschädigen.

Obwohl es kaum Evidenz für dieses reduzierte Weichgewebstrauma gibt, reduziert der Einsatz von Schallinstrumenten in einer vor Kurzem durchgeführten Studie die Wahrscheinlichkeit einer Membranperforation im Rahmen einer Sinusbodenaugmentation mit lateralem Knochenfenster²⁶. Sicherheit und Effizienz dieses Verfahrens wurden jedoch bislang noch nicht belegt. Daher wurde in dieser retrospektiven konsekutiven Fallserie die Inzidenz von Komplikationen und insbesondere der Membranperforation bei der lateralen Knochenfensterung mit einem luftbetriebenen Schallinstrument mit einer speziellen diamantierten Schallspitze untersucht.

Material und Methode

Dieses retrospektive Review von Patientenakten (Protokoll Nr. 35862) wurde von der Ethikkommission (RSRB) der Universität Rochester zugelassen. Dazu wurden alle Daten von Patienten, bei denen eine Sinusbodenaugmentation mit lateralem Knochen-

fenster und Sofort- oder Spätimplantation erfolgt war, zusammengeführt. In dieser Fallserie wurden jedoch nur die Patienten berücksichtigt, bei denen die Osteotomie mit dem Schallhandstück (SF1LM, Komet) präpariert wurde. In die Studie eingeschlossen wurden 33 Patienten im Alter von 31 bis 87 Jahren (Mittelwert: 57 Jahre; 14 Männer, 19 Frauen), die zwischen Mai 2010 und September 2011 von den Assistenzärzten der Abteilung für Parodontologie am Eastman Institute for Oral Health der Universität Rochester in Rochester, New York, behandelt wurden.

Alle Operateure absolvierten ein Training für Sinusbodenelevationen mit lateralem Knochenfenster mit nachfolgender Implantation. Hierbei wurden speziell das Operationsprotokoll bei der Präparation der lateralen Knochenfensterung, die Identifikation und Behandlung von Membranperforationen sowie das Management von intra- und postoperativen Komplikationen geübt.

Das Operationsprotokoll umfasste die Lokalanästhesie des Operationsbereichs mit 2 % Lidocainhydrochlorid (HCl) mit 1:100000 Adrenalinzusatz (Henry Schein) oder 4 % Articain-HCl mit 1:100000 Adrenalinzusatz (Septocaine, Septodont). Dann wurde mit einem mesialen vertikalen Entlastungsschnitt ein Mukoperiostlappen mobilisiert (Abb. 2) und das laterale Knochenfenster wie folgt präpariert: Sofern auf präoperativen Röntgenbildern (digitale Volumentomografie) eine dicke laterale Wand (> 2 mm) zu erkennen war, erfolgte die Osteotomie initial mit einem chirurgischen Hochgeschwindigkeitshandstück (Impact Air 45, Palisades Dental), um den ersten Millimeter Knochen mit einem Karbidrundbohrer zu entfernen. Sobald der Umriss der Osteotomie vollständig war, wurde der Rest der Präparation mit einem luftbetriebenen Schallinstrument mit einer speziellen diamantierten Schallspitze

Eingriff gegenüber. Zudem muss bei einer erfolglosen Reparatur die Implantation hinausgeschoben oder gar aufgegeben werden. Darüber hinaus behaupten manche Autoren, dass Membranperforationen die Erfolgsrate von Implantaten in augmentierten Kieferhöhlen negativ beeinflussen^{15,17}. Es ist daher wünschenswert, Instrumente und Verfahren, die die Häufigkeit von Membranperforationen reduzieren, zu entwickeln.

Vor Kurzem wurde als Alternative zu den konventionellen chirurgischen Hochgeschwindigkeitsinstrumenten bei der Präparation des lateralen Knochenfensters ein oszillierendes Ultraschallinstrument – das piezoelektrische Instrument – vorgeschlagen^{18,19}. Da es nicht rotiert, hat der Operateur eine größere Kontrolle über das Instrument, sodass die Gefahr einer Membranschädigung sinkt. Bei diesem Instrument wird die Inzidenz von Membranperforationen mit 3,6 bis 30 % angegeben^{18,20–23}.

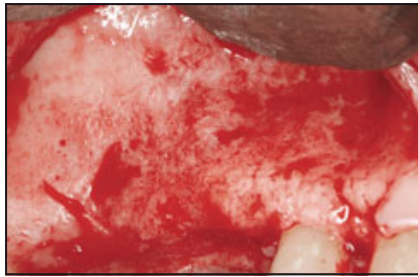


Abb. 2 Vor der Osteotomie wurde ein Mukoperiostlappen gebildet und die laterale Sinuswand freigelegt.



Abb. 3 Osteotomie mit dem Schallhandstück und diamantierten Schallspitzen.

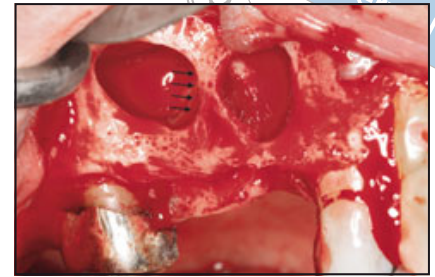


Abb. 4 Septum in der Kieferhöhle, das durch das offene Knochenfenster zu erkennen ist.

ze (SF979.000.016, Komet) durchgeführt. War die laterale Sinuswand dünn (≤ 2 mm), wurde die Osteotomie nur mit dem Schallhandstück und der Schallspitze durchgeführt (Abb. 3). Nach dem Anlegen des Knochenfensters wurde die Membran unter Verwendung von 2,5- bis 3,5-fach vergrößernden OP-Mikroskopen abgehoben, um Perforationen vorzunehmen.

Sofern auf den präoperativen Bildern Sinussepten erkennbar waren, wurde die konventionelle Trapezoidform der Osteotomie so verändert, dass das Septum nicht beteiligt war (Abb. 4). Bei einem relativ großen Septum wurden zwei separate Fenster angelegt: eines anterior und eines posterior des Septums. Falls sich in der Bildgebung und/oder bei der intraoperativen Untersuchung im Bereich der Osteotomie ein R. intraosseus der A. alveolaris posterior superior fand, wurde die Arterie mit dem Schallinstrument von der Knochenwand abgetrennt, um sie leichter abheben zu können.

Die Membranelevation bis zur medialen Wand wurde mit speziellen Handinstrumenten (SLKNKIT, Hu-Friedy) durchgeführt (Abb. 5). Anschließend wurde die Membran erneut direkt auf etwaige Perforationen

inspiziert (mit 2,5- bis 3,5-fach OP-Mikroskopen) und die Membranamobilität bei tiefen Atemzügen beurteilt. Im Fall einer Perforation wurde ein Reparaturversuch unternommen, bei dem die Osteotomie abhängig von der Lage der Perforation nach anterior oder posterior verlängert wurde. Anschließend wurde die Membran noch weiter zurückgebogen, bis sie sich faltete. Sofern dies nicht möglich war, wurde eine resorbierbare Kollagenmembran über die Perforation gelegt.

Dann wurde der präparierte subantrale Hohlraum mit gefriergetrocknetem Knochen-Allograft (Puros, Zimmer Dental), Xenograft (Bio-Oss, Geistlich Pharma) oder einer Kombination dieser beiden Materialien transplantiert (Abb. 6). In einigen Fällen wurde auch aus benachbarten Bereichen autogener Knochen entnommen und dem Kompositransplantat beigefügt. Anschließend wurde das laterale Knochenfenster mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (Bio-Gide, Geistlich Pharma) abgedeckt (Abb. 7), ein Periostentlastungsschnitt durchgeführt und der Lappen zurückgeschoben, sodass ein Primärverschluss mit horizontalen Matratzen- und Einzelknopfnähten möglich war. Abschließend erhielten die Pa-

tienten postoperative Anweisungen, Antibiotika und Antiphlogistika.

Sofern eine gleichzeitige Implantation möglich war (Abb. 8), folgten nach der Membranelevation die Implantatosteotomie und Implantation gemäß den Herstelleranweisungen. In diesen Fällen wurde die Membran mit einem Membranelevator hochgehalten, um eine Perforation während der Präparation der Implantatosteotomie und der Implantation zu vermeiden. Wenn keine simultane Implantation möglich war, wurden die Implantate gemäß den Herstellervorgaben verzögert gesetzt (Abb. 9).

Ergebnisse

Die 33 Studienpatienten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Insgesamt wurden 40 Sinusbodenelevationen mit lateralem Knochenfenster durchgeführt. In sieben Fällen kam es zu einer Membranperforation. Davon traten drei während der Osteotomiepräparation auf und hingen somit mit dem Schallhandstück zusammen. Von diesen Perforationen war eine (Patient 8) für eine Reparatur zu groß, sodass die Sinusbodenelevation abgebrochen wurde. Die anderen wurden repariert und die Operation planmäßig been-

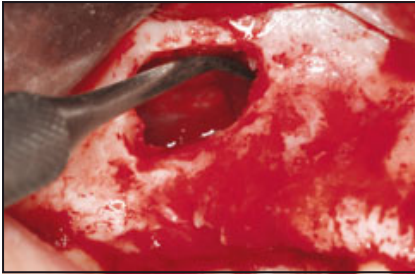


Abb. 5 Vollständige Membranelevation mit Handinstrumenten.

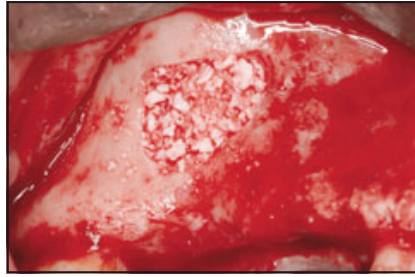


Abb. 6 Einbringen von Transplantatmaterial in die Kieferhöhle.

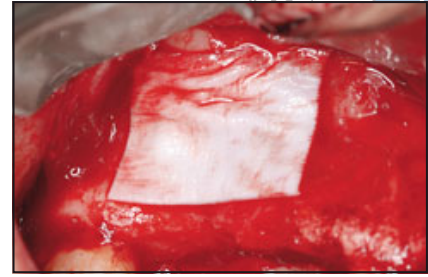


Abb. 7 Kollagenmembran auf der Osteotomie der Kieferhöhle.

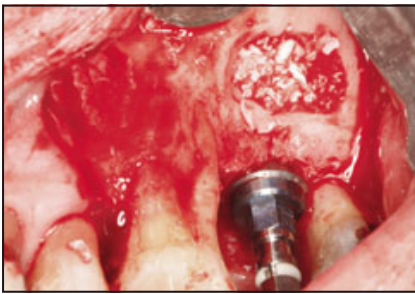


Abb. 8 Sinusbodenelevation mit simultaner Implantation.

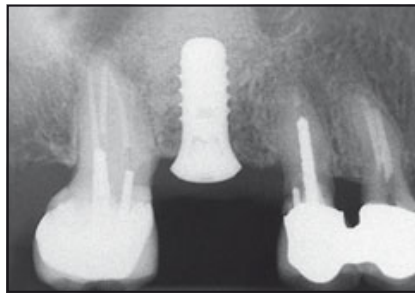


Abb. 9 Postoperative periapikale Röntgenaufnahme. In den Bereich des ersten oberen Molaren wurde auf Gewebehöhe ein Wide-Neck-Implantat gesetzt.

det. Bei einem weiteren Patienten traten zwar keine Perforationen auf, trotzdem musste der Eingriff wegen einer großen Schleimretentionszyste abgebrochen werden. Weitere Komplikationen traten nicht auf. Die Nachbeobachtungszeit betrug im Mittel 8,8 Monate (mindestens vier, höchstens 21 Monate) nach der Sinusbodenelevation (Abb. 10 und 11). Während dieser Zeit kam es in einem Fall zu einer kurzzeitigen Blutung (< 4 Wochen) und in einem anderen zu einer Kieferhöhleninfektion. In einem weiteren Fall wurde das Implantat wegen der Mesialwanderung des Zahns distal des geplanten Implantatbetts nicht gesetzt, da der für die Implantation erforderliche mesiodistale Raum nicht ausreichend war.

Diskussion

Die Sinusbodenelevation mit lateralem Knochenfenster ist ein zuverlässiges und sicheres Verfahren⁵. Implantate in augmentierten Kieferhöhlen besitzen hohe kurz- und langfristige Überlebensraten^{7,8}. Die häufigste Komplikation dieses Verfahrens ist jedoch die Perforation der Sinusmembran. Wallace et al.²⁰ berichten, dass der Einsatz von piezoelektrischen Instrumenten für die Osteotomie die Anzahl der Komplikationen senkt und das Abheben der Membran von der Knochenwand erleichtert. Leider basiert die Evidenz für dieses Instrument überwiegend auf Fallberichten^{18,27} und In-vivo-Tierstudien^{28,29}. In einer kürzlich veröffentlichten randomisier-

ten klinischen Studie²³ wurden beim Vergleich von Sinusbodenelevationen mit konventionellen rotierenden Hochgeschwindigkeitsinstrumenten und piezoelektrischen Instrumenten keine unterschiedlichen Komplikationsraten ermittelt. Das Design dieser prospektiven Studie wurde kritisiert³⁰. Ganz offensichtlich fehlt weiterhin positive Evidenz für den Einsatz von Schall- und piezoelektrischen Instrumenten bei Knochenoperationen.

In dieser retrospektiven Fallserie mit Einsatz des luftbetriebenen Schallinstruments traten Membranperforationen ähnlich häufig auf wie bei der Verwendung von piezoelektrischen Instrumenten. In sieben von 40 Kieferhöhlen (17,5 %) wurde eine Perforation der Sinusmembran beob-

Tabelle 1 Merkmale und Befunde der in die Studie aufgenommenen Patienten

Patient Nr.	Alter (J.)	Seite	Perforation		Komplikationen		Anmerkungen
			Bei der Präparation	Bei der Elevation	Kurzfristig (< 28 Tage)	Langfristig (> 28 Tage)	
1	48	L	0	0	Keine	Keine	
2	54	L	0	0	Keine	Keine	
3	31	L	0	0	Keine	Keine	
4	47	R	0	0	Keine	Keine	
5	62	L	0	0	Keine	SI	
6	67	R	0	0	Keine	Keine	
7	57	R	1	1	Keine	Keine	
7	57	L	0	0	XP	Keine	
8	57	L	0	1	Keine	Keine	Abbruch: große Perforation Erneute Behandlung nach Operationsabbruch Abbruch: Schleimretentionszyste
8	57	L	0	0	Keine	Keine	
8	57	R	0	0	Keine	Keine	
9	65	R	0	0	Keine	Keine	
10	63	R	0	0	Keine	Keine	
11	56	R	0	0	Keine	Keine	
12	68	L	0	0	Keine	Keine	
12	68	R	0	0	Keine	Keine	
13	49	L	0	0	Keine	Keine	Mesialwanderung des distalen Zahns
14	61	L	0	0	Keine	Keine	
15	66	R	0	0	Keine	Keine	
16	60	L	0	0	Keine	Keine	
17	56	L	0	0	Keine	Keine	
18	60	R	0	0	Keine	Keine	
18	60	L	0	0	Keine	Keine	
19	52	L	0	0	Keine	Keine	
20	56	R	1	1	FD	Keine	
21	36	R	0	0	BL	Keine	
22	53	R	0	0	Keine	Keine	
23	59	R	0	1	FD	Keine	
23	59	L	0	1	Keine	Keine	
24	57	R	0	0	SI	Keine	
25	46	L	0	0	Keine	Keine	

L = links; R = rechts; SI = Kieferhöhleninfektion; XP = Schmerzen; FD = Lappendehiszenz; BL = Blutung.

Tabelle 1
continued**Merkmale und Befunde der in die Studie aufgenommenen Patienten**

Patient Nr.	Alter (J.)	Seite	Perforation		Komplikationen		Anmerkungen
			Bei der Präparation	Bei der Elevation	Kurzfristig (< 28 Tage)	Langfristig (> 28 Tage)	
26	63	L	0	0	XP	XP	
27	67	L	0	0	Keine	Keine	
28	40	R	0	0	Keine	Keine	
29	69	L	0	0	Keine	Keine	Intraossäre Arterie
30	87	R	0	0	Keine	Keine	
31	44	L	0	0	Keine	Keine	
32	61	R	0	0	Keine	Keine	Bereits vorhandene Perforation
33	65	R	0	1	Keine	Keine	
33	65	L	1	1	Keine	Keine	

L = links, R = rechts, SI = Kieferhöhleninfektion, XP = Schmerzen, FD = Lappendehiszenz, BL = Blutung.

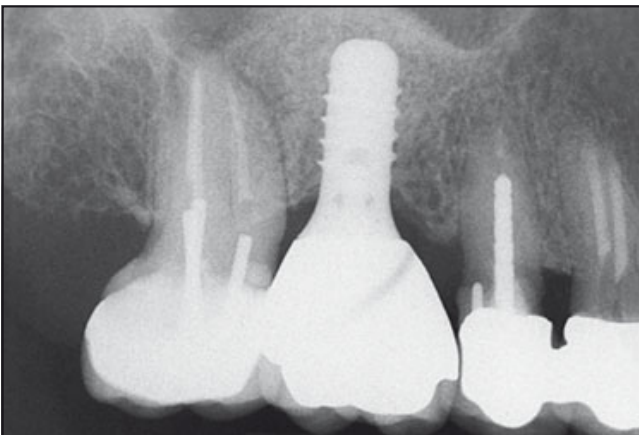


Abb. 10 Periapikale Röntgenaufnahme bei der Kontrolle nach einem Jahr.



Abb. 11 Klinischer Befund bei der Kontrolle nach einem Jahr.

achtet. Allerdings traten vier davon während der Membranelevation auf und wurden daher nicht durch das Schallhandstück verursacht. Wenn diese Fälle ausgeschlossen werden, sinkt die Rate der Membranperforationen, die direkt mit dem Schallhandstück bzw. der Spitze zusammenhän-

gen, auf 7,5 %. In einem Fall wurden intraoperativ Äste der A. alveolaris posterior superior identifiziert und von den Knochenwänden abgelöst, ohne dass sie einrissen.

Wichtig ist, die Einschränkungen dieser Fallserie zu berücksichtigen. Aufgrund ihres retrospektiven De-

signs war keine Randomisierung möglich, sodass ein Bias bei der Patientenauswahl nicht ausgeschlossen ist. Außerdem sind die verfügbaren Daten bei einer Studie anhand von Patientenakten darauf begrenzt, was in diesen Akten steht, sodass die Häufigkeit der Komplikationen auch

als zu niedrig eingeschätzt werden könnte. Ebenfalls wichtig ist, dass alle Sinusbodenelevationen in dieser Fallserie in einer akademischen Umgebung von relativ unerfahrenen Operateuren durchgeführt wurden. Diese mangelnde Erfahrung kann wie bei jedem anderen mit einer Lernkurve verbundenen Verfahren zu einer höheren Inzidenz der Komplikationen (wie der Membranperforationen) beigetragen haben, als sie bei erfahreneren Operateuren zu erwarten wäre²⁰. Trotzdem war die in dieser Studie ermittelte Häufigkeit der Membranperforationen vergleichbar hoch wie in Privatpraxen^{20,22}. Offenbar reduziert das Schallhandstück die Wahrscheinlichkeit einer Membranperforation, wenn die Sinusbodenelevation mit lateralem Knochenfenster von weniger erfahrenen Operateuren vorgenommen wird.

Die Inzidenz der Membranperforationen in der vorliegenden Studie war niedrig und vergleichbar mit der in der Literatur für andere Instrumente angegebenen Inzidenz. Trotzdem sollten Sicherheit und Effizienz von Schallinstrumenten bei der Sinusbodenelevation in weiteren Studien mit der von konventionellen Hochgeschwindigkeitshandstücken/rotierenden Schneidinstrumenten und piezoelektrischen Instrumenten verglichen werden.

Schlussfolgerung

In dieser retrospektiven konsekutiven Fallserie wurde gezeigt, dass die Elevation der Sinusmembran mit einer Kombination aus Hand- und Schallinstrumenten ein machbares und sicheres Verfahren ist. In sieben der 40 Fälle (17,5 %) kam es zu einer Membranperforation. Allerdings trat in nur drei der 40 Fälle eine Perforation direkt durch das Schallhandstück auf, was einer Perforationsrate von 7,5 % entspricht.

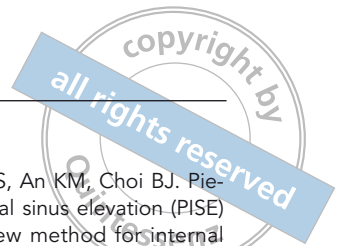
Danksagung und Interessenerklärung

Die Autoren danken Dr. Ivo Agabiti, Pesaro, Italien, für die Unterstützung bei der Entwicklung des in der Studie eingesetzten Operationsprotokolls. Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Summers RB. The osteotome technique: Part 3. Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium* 1994; 15:698–704.
2. Sforza NM, Marzadori M, Zucchelli G. Simplified osteotome sinus augmentation technique with simultaneous implant placement: A clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008; 28:291–299.
3. Tatum H. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986;30:207–229.
4. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980; 38:613–616.
5. Wallace S, Froum S. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003; 8:328–343.
6. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol* 2004;75:511–516.
7. Fugazzotto PA, Vlassis J. Report of 1633 implants in 814 augmented sinus areas in function for up to 180 months. *Implant Dent* 2007;16:369–378.
8. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol* 2008; 35(8, suppl):216–240.
9. Esposito M, Grusovin MG, Rees J, et al. Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: A Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2010;3:7–26.

10. Cho SC, Wallace SS, Froum SJ, Tarnow DP. Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: Three-dimensional analysis. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001; 13:160–163.
11. Hernández-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:91–98.
12. Zijdeveld SA, van den Bergh JP, Schulten EA, Bruggenkate ten CM. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:1426–1438.
13. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: Report of a technique for large perforations. *Implant Dent* 1999;8:29–34.
14. Fugazzotto PA, Vlassis J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *J Periodontol* 2003;74:1534–1541.
15. Proussaefs P, Lozada J, Kim J, Rohrer MD. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: A human study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;19:413–420.
16. Testori T, Wallace SS, del Fabbro M, et al. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: Surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:9–17.
17. Shlomi B, Horowitz I, Kahn A, Dobriyan A, Chaushu G. The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: A radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;19:559–562.
18. 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.
19. Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic osteotomy for the surgical approach of the maxillary sinus: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1998;13:697–700.



20. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:413–419.
21. Blus C, Szmukler-Moncler S, Salama M, Salama H, Garber D. Sinus bone grafting procedures using ultrasonic bone surgery: 5-year experience. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:221–229.
22. Toscano NJ, Holtzclaw D, Rosen PS. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: A retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *J Periodontol* 2010;81:167–171.
23. Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: Piezoelectric device vs conventional rotative instruments. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:511–515.
24. Lie T, Leknes KN. Evaluation of the effect on root surfaces of air turbine scalers and ultrasonic instrumentation. *J Periodontol* 1985;56:522–531.
25. Massironi D. Finish line designs for complete crown preparation. In: Massironi D, Pascetta R, Romeo G. *Precision in Dental Esthetics*, ed 1. Chicago: Quintessence, 2007:108–151.
26. Geminiani A, Papadimitriou DE, Ercoli C. Maxillary sinus augmentation with a sonic handpiece for the osteotomy of the lateral window: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2011;106:279–283.
27. Sohn DS, Lee JS, An KM, Choi BJ. Piezoelectric internal sinus elevation (PISE) technique: A new method for internal sinus elevation. *Implant Dent* 2009;18:458–463.
28. Camargo Filho GP de, Corrêa L, Costa C, Pannuti CM, Schmelzeisen R, Luz JG de C. Comparative study of two autogenous graft techniques using piezosurgery for sinus lifting. *Acta Cir Bras* 2010;25:485–489.
29. Vercellotti T, Nevins M, Kim D, et al. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:543–549.
30. Vercellotti T. Letter to the editor. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:531–532.