

Sinusbodenelevation und Implantation – eine retrospektive Untersuchung

Zusammenfassung

Die retrospektive Aufarbeitung der Sinusbodenelevationen (SBE) und Implantationen sollte im Sinne einer Qualitätskontrolle Aufschluss geben über die Erfolgsrate und die Komplikationen während oder nach der SBE.

In der Zeit vom 9. August 1995 bis 18. November 2002 wurden in der Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätskliniken für Zahnmedizin Basel 98 SBE bei 80 Patienten (44 Frauen, 36 Männer) durchgeführt. Die damit im Zusammenhang stehenden 201 Implantationen erfolgten bis zum 16. Oktober 2003. Die retrospektive Datenerhebung erfolgte anhand der Krankengeschichte der Patienten.

Bei Implantationen in den posterioren Abschnitten des Oberkiefers unter Anwendung der SBE kann von einer guten Prognose ausgegangen werden. Allerdings war die Überlebenswahrscheinlichkeit (Kaplan-Meier-Analyse) stark abhängig vom gewählten Implantatsystem. Nach zwei Jahren betrug diese 98% für die Straumann®-Implantate und 80% für die Frialit-II®-Implantate. Der Unterschied zwischen den Frialit-II®- und den Straumann®-Implantaten war signifikant ($p = 0,0119$).

Die unterschiedlichen Augmentationsmaterialien (autogener Knochen, Ceros 82®, Algipore®) zeigten keine Unterschiede im Heilungsverlauf, allerdings waren die Fallzahlen für eine relevante Aussage zu gering.

Bei einzeitigem Implantationsvorgehen lag die Implantatverlustrate bei 8%, bei zweizeitigem Vorgehen bei 18%. Bei Rauchern war die Verlustrate generell erhöht.

Die Konsolidierungszeit des bei zweizeitigem Vorgehen eingebrachten Augmentates betrug durchschnittlich 10,3 Monate, die Einheilungszeit 9,2 Monate. Wurde gleichzeitig mit der SBE implantiert, dauerte die Einheilungszeit im Schnitt 7,7 Monate.

In 11% der Fälle kam es intraoperativ zur Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut, was nicht zwangsläufig – wie in der Literatur beschrieben – zu einer Sinusitis maxillaris führte.

IRÈNE HITZ LINDENMÜLLER und
J. THOMAS LAMBRECHT

Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin, Basel

Schweiz Monatsschr Zahnmed 116: 142–149 (2006)

Schlüsselwörter: Sinusbodenelevation, Komplikation, Implantation, ein-/zweizeitiges Vorgehen

Zur Veröffentlichung angenommen: 18. November 2005

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Dr. J. Th. Lambrecht
Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätskliniken für Zahnmedizin, Hebelstrasse 3, CH-4056 Basel/Schweiz
Tel. ++41 61 267 2606, Fax ++41 61 267 2607
E-Mail: J-Thomas.Lambrecht@unibas.ch

Einleitung

Die mit dem Alter zunehmende physiologische Ausdehnung der Kieferhöhlen nach basal führt häufig zu einer Limitation für die Implantatinserion im lateralen Oberkiefer. Zusätzlich kommt es nach dem Verlust der Zähne im Prämolaren- und Molarenbereich zu einer weiteren Knochenatrophie von kaudal, sodass der Alveolarfortsatz bis auf eine schmale Lamelle reduziert sein kann. Dies erschwert eine prothetische Rekonstruktion. Implantate können wegen dieser anatomischen Probleme nur unter begleitenden oder vorbereitenden operativen Massnahmen inseriert werden.

Sinusbodenelevationen werden in der Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätskliniken für Zahnmedizin Basel gemäss der so genannten «Window-Technik» nach TATUM (1986) durchgeführt. Dabei wird ein Fenster in die latero-faziale Kieferhöhlenwand präpariert, ohne die darunter liegende Kieferhöhlenschleimhaut zu verletzen. Über diesen Zugang wird die Kieferhöhlenschleimhaut vom knöchernen Kieferhöhlenboden abgelöst und nach kranial verlagert. In den so geschaffenen Raum zwischen Kieferhöhlenschleimhaut und knöchernem Kieferhöhlenboden wird autogener Knochen und/oder Knochenaufbaumaterial eingelagert und simultan oder zeitlich verzögert implantiert.

Dabei kann es intraoperativ zu einer Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut oder zu einer arteriellen Blutung kommen. Postoperativ können sich spezifische Komplikationen wie Nasenbluten, Austritt von Knochenaufbaumaterial oder eine Sinusitis maxillaris ergeben. Als unspezifische postoperative Komplikation wurde ein Hämatom, eine objektivierbare Schwellung, ein submuköser Abszess, Kopfschmerzen, Fieber oder eine Parästhesie gesehen.

Eine möglichst hohe Primärstabilität der oralen enossalen Implantate ist im Oberkieferseitenzahnggebiet für den Implantatenerfolg mitentscheidend. Eine Verbesserung der Primärstabilität kann u. a. durch gezielte Auswahl des Implantatsystems mit verschiedenen Implantatformen und Oberflächenstrukturen, durch die Wahl der Implantatlänge oder durch den Operationsmodus (ein- bzw. zweizeitiges Implantationsverfahren) erreicht werden.

Autogener Knochen ist wegen seiner osteogenetischen, -induktiven und -konduktiven Eigenschaften nach wie vor der Goldstandard unter den Augmentationsmaterialien. Xenogenen Augmentationsmaterialien (Aligpore®, Ceros 82®) fehlen die osteoinduktiven Eigenschaften vitaler Knochenzellen, sodass insbesondere bei ausgedehnten Defekten eine Mischung mit autogenem Knochen empfohlen wird (SCHIMMIG et al. 2003), was in etwa der Hälfte der SBE erfolgte.

Die retrospektive Aufarbeitung der SBE und die Verwendung zweier Implantatsysteme und dreier Augmentationsmaterialien sollte – trotz der geringen Zahl der Untersuchungseinheiten in einigen Gruppen – im Sinne einer Qualitätskontrolle Aufschluss geben über die Überlebenswahrscheinlichkeit der Implantate und die Komplikationen während oder nach der SBE.

Material und Methode

In der Zeit vom 9. August 1995 bis 18. November 2002 wurden in der Klinik für zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätskliniken für Zahnmedizin Basel 98 SBE bei 80 Patienten (44 Frauen und 36 Männern) vorgenommen. Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 18 und 82 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 57 Jahren.

Bis zum 16. Oktober 2003 wurden im Zusammenhang mit den SBE 201 Implantate inseriert (102 Straumann®- und 99 Frialit-II®-Implantate), 168 bei einzeitigem und 33 bei zweizeitigem Verfahren.

Die retrospektive Datenerhebung erfolgte mithilfe des Operationsbuches. Die genaue Datenbearbeitung erfolgte anhand der Krankengeschichte der Patienten.

Diagnostik und Indikationsstellung

Im Rahmen der präoperativen Diagnostik wurde bei jedem Patienten eine Panoramaschichtaufnahme angefertigt. Bei Verdacht

auf Sinusitis maxillaris oder weiter gehende Veränderungen im Bereich der Kieferhöhlen wurde zusätzlich eine Nasennebenhöhlenaufnahme (halbaxiale Schädelaufnahme) hergestellt.

Präoperativ erfolgte die Messung des vorhandenen Knochenangebotes anhand der mit dem Scanora®-Spiraltomografen (Fa. Soredex Orion Corporation, Helsinki, Finnland) angefertigten Tomografien mithilfe einer Röntgenmessschablone (Fa. Soredex Orion Corporation, Helsinki, Finnland) an der Stelle, an der die Implantatinsertion geplant war. Die Implantatlängen wurden aufgrund des präoperativ vorhandenen Knochenangebotes ausgewählt. Bei komplexen Fragestellungen (vorwiegend zahnlose Patienten mit stark atrophierter Maxilla) wurden axiale Computertomografien mit Reformatierungen (z. B. Dentascan) veranlasst.

Eine akute Sinusitis maxillaris, Zysten, Tumoren, Wurzelreste, ein nicht eingestellter Diabetes mellitus, eine vorgängig erfolgte Caldwell-Luc-Operation oder Radiotherapie stellen eine absolute Kontraindikation für eine SBE dar (ROSENLICHT 1999, ZICCARDI & BETTS 1999, VAN DEN BERGH et al. 2000). Als relative Kontraindikationen für eine SBE wurden Underwood'sche Septen und eine kaudale Verengung oder eine allergisch bedingte Schwellung des Sinus maxillaris gesehen (VAN DEN BERGH et al. 2000). Bei Nikotin- und Alkoholabusus war, abhängig von der Menge, die SBE relativ oder absolut kontraindiziert (ROSENLICHT 1999). Die Patienten wurden im Gespräch und anhand von schriftlichem und bildlichem Material über den operativen Eingriff informiert (LAMBRECHT & BESIMO 2004).

Operatives Vorgehen

Die SBE fanden in 23 Fällen in Intubationsnarkose (vorwiegend beidseitige SBE) statt, 60 Eingriffe fanden in lokaler Anästhesie statt. Intraoperativ wurde bei jedem Patienten ein Monitoring durchgeführt. Dabei wurden Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung gemessen (RIERMEIER et al. 1996).

Das operative Vorgehen erfolgte dabei teilweise mit geringen Modifikationen nach der von LAMBRECHT & SCHIEL (1999) beschriebenen Methode.

Postoperative Massnahmen

Direkt postoperativ erfolgte die radiologische Kontrolle zur Darstellung des Augmentates bei erfolgter SBE respektive zur Positionskontrolle der Implantate anhand der Panoramaschichtaufnahme. Trug der Patient eine Prothese, wurde diese im Anschluss an den Eingriff ausgeschliffen und weich bleibend unterfüttert. Nach der SBE wurde jedem Patienten ein Analgetikum mit dem Wirkstoff Diclofenac respektive Mefenaminsäure (in der Regel Voltaren® rapid 50 mg/Ponstan® 500mg) rezeptiert. Die Patienten inhalierten zudem dreimal täglich mit Nasobol®, nachdem vorgängig mit Nasivin® die Nasenschleimhaut zum Abschwellen gebracht worden war. Routinemässig erhielten die Patienten ein Antibiotikum (Penicillin® Spirig, 2×1 Mio. I.E./d, bei Penicillin-Allergie Dalacin®, 3×300mg/d) für eine Woche rezeptiert. Nach der Umstellung des Therapiekonzeptes wurde die Kombination von Amoxicillin und Clavulansäure (Augmentin®, 3×625mg/d) verschrieben (LAMBRECHT 1998 & 2004).

Die Kontrollen der Wundheilung fanden am zweiten und siebten postoperativen Tag statt. Die Nahtentfernung erfolgte am siebten Tag postoperativ.

Implantate

Die Implantatlängen wurden aufgrund des präoperativ vorhandenen Knochenangebotes ausgewählt. Bei einzeitigem Verfahren wurden die Implantate gleichzeitig mit der SBE inseriert. Bei

zweizeitigem Verfahren erfolgte die Implantatinserion nach der Konsolidierung des Augmentates nach 6–12 Monaten. Zu Beginn wurden Frialit-II®-Stufenschrauben (Fa. Friatec, Mannheim, Deutschland), ab 1999 Frialit-II®-Stufenschrauben Synchro inseriert. Die Frialit-II®-Implantate wurden auf krestalem Niveau eingebracht, die Einheilung erfolgte geschlossen. Gleichzeitig wurden auch Straumann®-Vollschrauben-Implantate (Fa. Straumann, Basel, Schweiz) verwendet. Beim Straumann®-Dental-Implantat-System heilen die Implantate entweder geschlossen subgingival oder offen transmukosal ein. Alle eingebrachten Implantate mussten intraoperativ primärstabil sein, ansonsten wurden diese wieder entfernt und zu einem späteren Zeitpunkt inseriert.

Bei einzeitigem Verfahren wurden die Implantate nach achtmonatiger Einheilungszeit, bei zweizeitigem Verfahren nach neunmonatiger Einheilungszeit freigelegt.

Bei geschlossener Implantateinheilung erfolgte die Freilegung mit dem Skalpell. Bei Implantaten, die bereits teilweise freilagen, wurde der CO₂-Laser (Fa. OpusDent, Santa Clara, USA) zur vollständigen Freilegung eingesetzt. Implantate, die von Beginn an transmukosal einheilten, wurden nach der Einheilungszeit direkt abgeformt.

Nach der Einheilungszeit wurde die prothetische Versorgung vom überweisenden Privatzahnarzt eingegliedert. Die Patienten wurden jährlich klinisch und röntgenologisch nachkontrolliert. Falls ein Patient nicht nachkontrolliert werden konnte (kein Interesse, weggezogen, verstorben usw.), wurden die Implantate als drop-out bewertet. Lediglich eine Patientin mit drei Implantaten verweigerte die Nachkontrolle (Drop-out-Rate 1,5%).

Der Behandlungserfolg wurde in der kumulativen Verweilrate als Ergebnis einer Kaplan-Meier-Überlebensanalyse ausgedrückt (KAPLAN & MEIER 1958). Für die Statistik wurde pro Patient ein Implantat zufällig ausgewählt und geschaut, ob es in situ ist oder nicht. Der Stichtag der Auswertung war der 16. Oktober 2003.

Augmentationsmaterial

Zur Stabilisierung der bei einzeitigem resp. zweizeitigem Vorgehen inserierten Implantate wurde Augmentationsmaterial in den bei der SBE geschaffenen Hohlraum und zwischen die Implantate eingebracht. Dabei kamen autogenes und xenogenes Material zur Anwendung. In zehn Fällen wurde ausschliesslich autogenes Knochenmaterial verwendet. Zwanzigmal wurde das synthetische β -Tricalciumphosphat Ceros 82® (Fa. Mathys Medical Ltd. Osteosynthesis, Bettlach, Schweiz) pur eingebracht und 6-mal Ceros 82® + autogener Knochen. Das aus marinen Algen hergestellte anorganische Hydroxylapatit Algipore® (Fa. Friadent GmbH, Mannheim, Deutschland) wurde bei 28 Eingriffen in reiner Form eingebracht und 34-mal mit autogenem Knochen kombiniert (Tab. I). Sämtliche Knochenaufbaumaterialien wurden mit venösem Eigenblut des Patienten vermischt. In sechs Fällen wurde die resorbierbare Bio-Gide®-Membran (Fa. Geistlich Pharma AG Biomaterials, Wolhusen, Schweiz) entwe-

Tab. I Auflistung der verwendeten Augmentationsmaterialien.

Verwendetes Augmentationsmaterial	Anzahl SBE
autogen	10
Ceros 82®	20
Ceros 82® + autogen	6
Algipore®	28
Algipore® + autogen	34
Total	98

der zum Abdecken des Augmentationsmaterials nach der SBE oder zur Defektdeckung der während der Sinusbodenelevation akzidentell eröffneten Kieferhöhlenschleimhaut benutzt.

Kam es während der SBE lediglich zu einer punktuellen Eröffnung der Kieferhöhle, wurde der 2-Komponenten-Fibrinkleber Tissucol Duo S® (Fa. Baxter AG, Wien, Österreich) appliziert. Damit wurde erreicht, dass die Kieferhöhlenschleimhaut wieder verschlossen wurde und das zur Augmentation eingebrachte Material nicht in den Sinus maxillaris gelangen konnte. Tissucol Duo S® wurde in einigen Fällen zudem zur Stabilisierung des Augmentationsmaterials vor dem Zurücklegen des Mukoperiostlappens eingesetzt. Der Fibrinkleber wurde gesamthaft 64-mal verwendet.

Für die Datenerfassung wurde eine Datenbank mit dem Programm Access Windows erstellt. Die Datenverarbeitung erfolgte mithilfe des Programms Excel für Windows, die statistische Auswertung mit dem SPSS (Superior Performing Software Systems) für Windows Version 11.5.

Resultate

Total erfolgten 98 SBE bei 80 Patienten, davon erfolgten 60 einseitig und 19 beidseitig. 44-mal wurde rechts, 54-mal links operiert.

Bei einem Patienten wurde aufgrund einer postoperativen Infektion des Sinus maxillaris und des damit verbundenen Implantatverlustes zweimal im Abstand von annähernd zwei Jahren auf derselben Seite eine SBE durchgeführt.

Das präoperativ gemessene vertikale Knochenangebot und die intraoperative Primärstabilität der Implantate waren ausschlaggebend für die Entscheidung, ob die SBE und die Implantation in ein- oder zweizeitigem Verfahren erfolgen konnten. In 85 Fällen wurden aufgrund der ausreichend vorhandenen Knochenhöhe gleichzeitig mit der SBE 168 Implantate inseriert. In 13 Fällen wurde nach der SBE mit der Implantation der 33 Implantate bis zur Konsolidierung des eingebrachten Augmentationsmaterials zugewartet.

Die präoperativ vorhandene Resthöhe des Oberkieferalveolarfortsatzes betrug durchschnittlich 4,3 mm, wobei der Durchschnittswert bei einzeitigem Implantationsvorgehen 4,5 mm und bei zweizeitigem Implantationsvorgehen 2,4 mm betrug (Abb. 1).

Komplikationen

Die Klassifikation der Komplikationen wurde gemäss der Einteilung von SCHWARTZ-ARAD et al. (2004) übernommen und modifiziert. Bei den insgesamt 98 SBE ereigneten sich in der Folge während 41 Eingriffen intraoperative oder (un)spezifische postoperative Komplikationen. Einzelne Komplikationen konnten bei einem Patienten mehrfach vorkommen, sodass es im Gesamten zu 64 einzelnen Komplikationen kam (Tab. II).

Intraoperativ ereigneten sich 16 Komplikationen. Davon entfielen elf auf eine Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut und fünf auf eine arterielle Blutung durch Verletzungen der extraossären Anastomose zwischen den Versorgungsgebieten der Äste der *Arteriae alveolares superiores posteriores* und der *Arteria infraorbitalis*. Alle fünf arteriellen Blutungen konnten mit der bipolaren Thermo-sonde zum Stillstand gebracht werden. Die Perforationen wurden in drei Fällen mit einer Bio-Gide®-Membran abgedeckt und in acht Fällen mit dem Tissucol-Duo-S®-Fibrinkleber abgedichtet.

Postoperativ kam es zu sieben spezifischen Komplikationen. Dazu zählten drei Nasenblutungen sowie in einem Fall Austritt

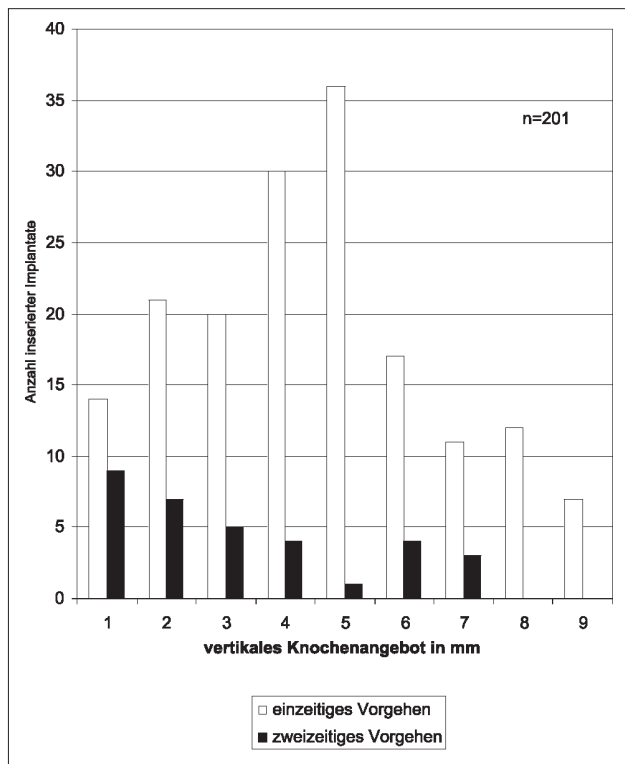


Abb. 1 Zeitpunkt der Implantation in Abhängigkeit des präoperativ vertikalen Knochenangebotes.

Tab. II Komplikationen während und nach der SBE.

	Art der Komplikationen	Anzahl
intraoperativ	Perforation Kieferhöhlenschleimhaut	11
	arterielle Blutung	5
	Nasenbluten	3
postoperativ (spezifisch)	Austritt Knochenaufbaumaterial	1
	Sinusitis maxillaris	3
postoperativ (unspezifisch)	Hämatom	17
	objektivierbare Schwellung	15
	submuköser Abszess	6
	Kopfschmerzen	1
	Fieber	1
	Parästhesie	1

von Knochenaufbaumaterial aus der Wunde. Die Sinusitis maxillaris bei drei Patienten konnte erfolgreich mit konservativen Massnahmen therapiert werden.

Postoperativ ereigneten sich 41 unspezifische Komplikationen: 17-mal kam es zu einem Hämatom, 15-mal zu einer objektivierbaren Schwellung, je einmal zu Kopfschmerzen, Fieber oder einer Parästhesie und sechsmal zur Bildung eines submukösen Abszesses. Die Abszessbildung trat bei fünf Patienten im Anschluss an die SBE auf, in einem Fall kam es ein Jahr nach einer Radiotherapie in dieser Region zum Infekt.

Implantatverluste

Implantatsystem: Gesamthaft gingen 20 (10%) der während oder nach einer SBE inserierten 201 Implantate im Zeitraum vom 9. August 1995 bis zum 16. Oktober 2003 verloren. Bezogen auf alle Implantate, waren dies 9% Frialit-II®- und 1% Straumann®-

Implantate. Betrachtet man die Verlustrate in Hinblick auf die Anzahl der inserierten Implantattypen, zeigte sich, dass 2% der Straumann®-Implantate (zwei Implantate) und 18% der Frialit-II®-Implantate (18 Implantate) verloren gingen (Abb. 2).

Die Kaplan-Meier-2-Jahres-Überlebensanalyse der inserierten Implantate betrug für die Frialit-II®-Implantate 80% und für die Straumann®-Implantate 98%. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Frialit-II®- und den Straumann®-Implantaten ($p=0,0119$) auf dem Niveau von 0,05.

Die grössten Implantatverluste ereigneten sich bei den Frialit-II®-Implantaten im ersten Jahr. Die Überlebenswahrscheinlichkeit betrug 95%. Zwischen dem ersten und zweiten Jahr sank die Überlebensrate auf 82%. Nach dem zweiten Jahr verringerte sie sich auf 80% und blieb auf diesem Niveau. Bei den Straumann®-Implantaten lag die Überlebenswahrscheinlichkeit innerhalb des ersten halben Jahres bei 98% und blieb dann stabil (Abb. 3).

Ein- bzw. zweizeitiges Implantationsvorgehen: Nach einzeitigem Vorgehen mussten 14 der 168 inserierten Implantate entfernt werden, wovon zwei Patienten je zwei Implantate verloren, die restlichen Patienten jeweils eines. Nach zweizeitigem Vorgehen kam es zu sechs Implantatverlusten bei 33 gesetzten Implantaten. Eine Patientin verlor drei Implantate, eine weitere Patientin

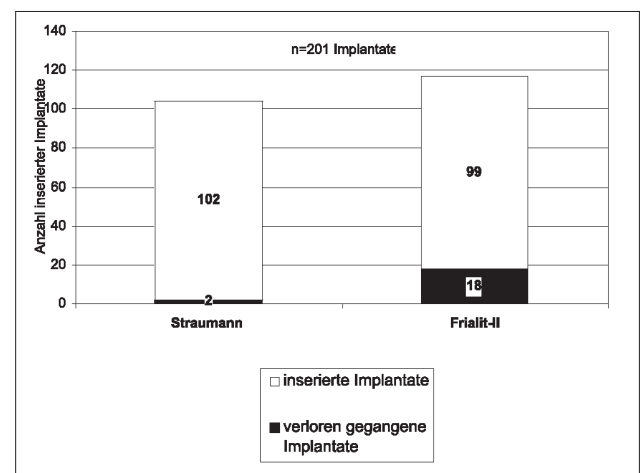


Abb. 2 Anzahl Implantatverluste (schwarz) pro Implantatsystem.

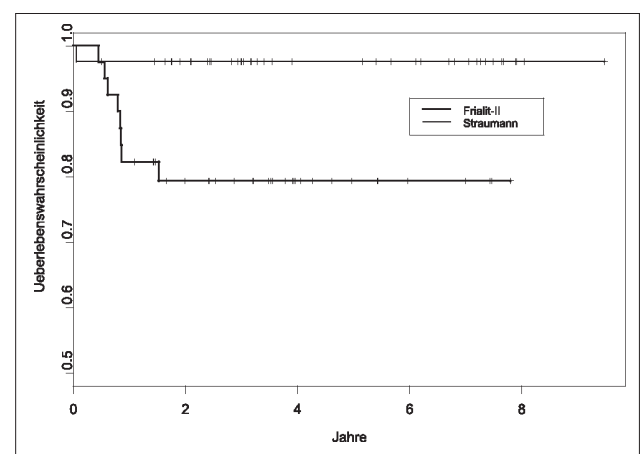


Abb. 3 Grafische Darstellung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Straumann®- und Frialit-II®-Implantate nach Kaplan-Meier.

zwei Implantate und die dritte Patientin ein Implantat. Die Verlustrate bei einzeitigem Vorgehen lag bei 8%, bei zweizeitigem Vorgehen bei 18% (Tab. III).

Komplikationen: Je ein Implantat ging bei einem Patienten verloren, dessen Kieferhöhlenschleimhaut intraoperativ perforiert wurde und bei zwei Patienten, bei denen es intraoperativ zu einer arteriellen Blutung kam. Weitere neun Implantate gingen verloren, nachdem sich postoperativ bei einem Patienten eine objektivierbare Schwellung, bei weiteren drei Patienten ein Hämatom und bei zwei Patienten eine Sinusitis maxillaris ereignete. Acht Implantatverluste bei fünf Patienten konnten in keinem Zusammenhang mit perioperativen Komplikationen gesehen werden.

Rauchen: Von den 80 Patienten, die im Rahmen der SBE nach ein- oder zweizeitigem Verfahren mit Implantaten versorgt wurden, waren 28 Raucher und 52 Nichtraucher.

Bei den 28 Rauchern wurden 82 Implantate (34 Straumann®- und 48 Frialit-II®-Implantate) inseriert. Davon gingen bei 9 Patienten 12 Implantate (12 Frialit-II®-Implantate) verloren, was zu einer Verlustrate von 14,6% führte. Bei den 52 Nichtrauchern wurden 119 Implantate (68 Straumann®- und 51 Frialit-II®-Implantate) gesetzt, von denen bei sechs Patienten acht Implantate (zwei Straumann®- und sechs Frialit-II®-Implantate) verloren gingen. Die Verlustrate bei den Nichtrauchern lag bei 6,7% (Tab. IV).

Konsolidierungszeit, Einheilungszeit und Freilegung

Wurde bei zweizeitigem Vorgehen vor der Implantation eine SBE durchgeführt, betrug die Konsolidierungszeit des Augmentationsmaterials bis zur Implantation durchschnittlich 10,3 Monate. Die Freilegung erfolgte dabei nach einer mittleren Einheilungszeit von 9,2 Monaten.

Bei einzeitigem Vorgehen betrug die mittlere Einheilungszeit 7,7 Monate.

Das Einheilen der insgesamt 201 inserierten Implantate erfolgte bei 186 Implantaten primär geschlossen und bei 15 Implantaten transmukosal. Bei der geschlossenen Einheilung erfolgte die Freilegung in der Regel mit dem Skalpell und wurde bei 138 Implantaten angewendet. Der CO₂-Laser wurde bei 33 geschlossenen eingeheilten Einzelzahnimplantaten eingesetzt. 15 transmukosal eingeheilte Implantate und weitere elf Implantate, bei denen sich in der Zwischenzeit die Einheilkappen durch die Schleimhaut selbstständig freigelegt hatten, konnten am Freilegungstermin direkt abgeformt werden.

Tab. III Anzahl inserierter und verloren gegangener Implantate im Vergleich zwischen einzeitigem und zweizeitigem Vorgehen.

n = 201	einzeitiges Vorgehen/Anzahl	zweizeitiges Vorgehen/Anzahl
insetierte Implantate		
verloren gegangene Implantate	168	33
	14	6

Tab. IV Verhältnis Raucher/Nichtraucher zur Anzahl der inserierten und verloren gegangenen Implantate.

n = 201	Raucher	Nichtraucher
Anzahl Patienten	28	52
insetierte Implantate	82	119
verloren gegangene Implantate	12	8

Drei Implantate gingen während der Einheilungsphase verloren; ein weiteres Implantat konnte wegen panischer Angstzustände der Patientin vor dem Eingriff ebenfalls nicht freigelegt werden.

Diskussion

Ein- bzw. zweizeitiges Implantationsvorgehen: Es wurden viele kontroverse Diskussionen geführt, ob die Implantate gleichzeitig mit der SBE oder zeitlich verzögert dazu inseriert werden sollten, um eine möglichst hohe Implantaterfolgsrate erzielen zu können. Der Vorteil des einzeitigen Implantationsvorgehens liegt bei der Kostenminimierung und der geringeren Anzahl chirurgischer Eingriffe. Die Belastung der Implantate kann zudem früher erfolgen, da keine Zeit zwischen der SBE und der Implantation liegt. Zudem bleibt das Augmentationsmaterial durch die Belastung der Implantate erhalten (KENT & BLOCK 1989, BLOMQUIST et al. 1996, JENSEN et al. 1998, RAGHOEBAR et al. 2001).

Das zweizeitige Implantationsvorgehen hat vom biologischen Standpunkt her den Vorteil, dass das eingebrachte Knochen(aufbau)material Zeit hat, zu Knochen umgebaut zu werden, bevor Implantate inseriert werden. Dadurch ist eine Primärstabilität gewährleistet. Bei zweizeitigem Vorgehen kann zudem in prothetischer Idealposition implantiert werden, da in der Regel nach der Konsolidierungszeit genügend Implantatlager zur Verfügung steht (TIDWELL et al. 1992, JENSEN et al. 1998, RAGHOEBAR et al. 2001).

Die Indikation für das einzeitige bzw. zweizeitige Vorgehen richtet sich gemäss der Literaturrecherche von STRIETZEL (2004) in erster Linie nach dem vertikalen Knochenangebot. Als Grenzwert für das einzeitige Vorgehen wurden 4–5 mm präoperative Knochenhöhe angegeben (JENSEN et al. 1998, TAWIL & MAWLA 2001). In Grenzfällen wurde empfohlen, intraoperativ die Entscheidung nach exakter Messung des Knochenangebots zu treffen (JENSEN et al. 1998). Dabei sollte jedoch auch die Knochenqualität am geplanten Implantationsort und die erreichbare Primärstabilität des Implantates berücksichtigt werden (PELEG et al. 1999).

In der vorliegenden Arbeit wurde das einzeitige Vorgehen mit 168 Implantaten im Sinne der Patienten gegenüber dem zweizeitigen Vorgehen mit 33 Implantaten bevorzugt. Bei einzeitigem Vorgehen wurde dabei in Alveolarkammhöhen zwischen 1 und 9 mm implantiert, wobei die meisten Implantate in eine Knochenhöhe von 4–5 mm (Ø 4,5 mm) inseriert wurden. Bei zweizeitigem Vorgehen lag das präoperative Knochenangebot vor der SBE bei 1–7 mm, wobei in den meisten Fällen die Alveolarkammhöhe 1–3 mm (Ø 2,4 mm) betrug. Die endgültige Entscheidung, ob simultan oder verzögert implantiert werden sollte, fiel intraoperativ, da je nach Position des Implantates die Alveolarkammhöhe verschieden hoch war. Falls allerdings keine Primärstabilität erreicht wurde, erfolgte zuerst die SBE und zu einem späteren Zeitpunkt die Implantation.

Von den insgesamt 201 Implantaten, die in unserer Klinik im Zusammenhang mit einer SBE inseriert wurden, gingen 10% verloren. Bei einzeitigem Verfahren lag die Verlustrate bei 8%, bei zweizeitigem Verfahren bei 18%.

In der retrospektiven Studie von KAHNBERG et al. (2001) fanden sich vergleichbare Implantatverlustraten von 7% bei einzeitigem Verfahren und 16% bei zweizeitigem Verfahren. GOTTSÄUNER & HARDT (1993) wiesen eine Implantatverlustrate von 10% bei einzeitigem Vorgehen und von 16% bei zweizeitigem Vorgehen nach.

Einzelne Studien zeigten jedoch ein höheres Implantatverlustrisiko bei einzeitigem Vorgehen (JENSEN et al. 1998, KAHNBERG et al. 2001). In einer prospektiven randomisierten Studie von

WANNFORS et al. (2000) war das Risiko eines Implantatverlustes bei einzeitigem Vorgehen fast doppelt so hoch wie bei zweizeitigem Vorgehen.

STRIETZEL (2004) fand in seiner evidenzbasierten Literaturrecherche keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Implantatverlustrate bei beiden Vorgehensweisen unter der Voraussetzung, dass die Implantate primärstabil waren.

Komplikationen: Als häufigste (intraoperative) Komplikation einer SBE wird in der Literatur die Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut und ein möglicher Zusammenhang mit der Entwicklung einer (postoperativen) Sinusitis maxillaris erwähnt (LEVIN et al. 2004). Um Perforationen während der Elevation zu vermeiden, sollten Pseudozysten und Polypen der Kieferhöhle präoperativ entfernt werden (ZICCARDI & BETTS 1999, TERHEYDEN & SADER 2003). Bei Verdacht auf eine Veränderung der Kieferhöhle wurde präoperativ eine Nasennebenhöhlenaufnahme angefertigt.

In der vorliegenden Arbeit kam es während der insgesamt 98 SBE in elf Fällen (11%) zu einer Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut. Postoperativ entwickelte kein betroffener Patient im Zusammenhang damit eine Sinusitis maxillaris. Dieses Ergebnis deckte sich mit den Resultaten der Studien von TIMMENGA et al. (1997) und RAGHOEBAR et al. (1999).

Gemäss den Empfehlungen von ZICCARDI & BETTS (1999) wurden kleinere Perforationen mittels Fibrinkleber oder einer resorbierbaren Membran geschlossen. Bei grösseren Perforationen, welche auf diese Weise nicht erfolgreich gedeckt werden können, wurde empfohlen, die Operation abbrechen und vorderhand auf eine Augmentation zu verzichten (ZICCARDI & BETTS 1999). Im Zusammenhang mit einer SBE trat in der Literaturrecherche von STRIETZEL (2004) in prospektiven Studien in etwa 3%, in retrospektiven Studien in etwa 8% der Fälle eine postoperative Sinusitis maxillaris auf. In der vorliegenden Arbeit betrug die Sinusitisrate 3% und betraf eine Raucherin und zwei Nichtraucher, wobei bei einem Patienten in der Anamnese eine bereits durchgemachte Sinusitis maxillaris erwähnt war. Sie stand in keinem Zusammenhang mit einer intraoperativen Perforation der Kieferhöhlenschleimhaut. Als Ursachen für eine postoperative Sinusitis maxillaris wurden eine anamnestisch bestehende Sinusitis maxillaris (TIDWELL et al. 1992), postoperativer Druckanstieg durch Schnäuzen der Nase (BLOCK & KENT 1997), Rauchen (SMALL et al. 1993), allergische oder obstruktive Erkrankungen der oberen Luftwege (TIMMENGA et al. 1997, KAHNBERG et al. 2001) oder intraoperatives Einreissen der Kieferhöhlenschleimhaut beobachtet (WILTFANG et al. 2000).

Den Empfehlungen von WILKERT-WALTER et al. (2002) folgend, wurde eine Nasennebenhöhlenaufnahme bei Verdacht auf das Vorliegen einer Kieferhöhlenerkrankung angefertigt. Grundsätzlich sollte keine SBE bei Patienten mit einem anamnestischen Hinweis auf eine akute Sinusitis maxillaris vorgenommen werden (WILTFANG et al. 2000). Eine chronische Sinusitis maxillaris sollte vor einer SBE erst auskuriert werden (ZICCARDI & BETTS 1999). Kommt es postoperativ zur Entstehung einer Sinusitis maxillaris, ist es von entscheidender Bedeutung, für eine ausreichende Drainage zu sorgen. Zusätzlich sollte eine antibiotische Therapie eingeleitet werden, die nach Vorliegen eines Antibiotogramms gezielt weitergeführt werden sollte (LAMBRECHT 2004). Alle drei Sinusitis maxillaris wurden nach diesem Therapiekonzept erfolgreich behandelt.

Augmentationsmaterial: Wegen der Heterogenität der verwendeten Augmentationsmaterialien (autogener Knochen, synthetisch hergestelltes β -Tricalciumphosphat, phykogenes anorganisches Hydroxylapatit) – die teilweise mit autogenem Knochen kombiniert wurden – und der damit verbundenen geringen Fallzahlen

kann keine Aussage über das am meist geeignete Knochenaufbaumaterial bei der SBE gemacht werden.

Ceros 82[®] (Fa. Mathys Medical Ltd. Osteosynthesis, Bettlach, Schweiz) ist ein synthetisch hergestelltes, mikroporöses β -Tricalciumphosphat (β -TCP), das osteokonduktive Eigenschaften aufweist. D.h. Ceros 82[®] dient dem umgebenden Knochen als Leitstruktur, entlang welcher er einwachsen kann. Die osteokonduktive Wirkung hängt dabei von der Struktur der Oberfläche ab. Je nach Porositätsgrad, Porengrösse und Material findet ein unterschiedlich schneller Umbau zu mineralisiertem Knochen statt. TCP ist im Körper löslich und biologisch abbaubar (WAGNER & AL NAWAS 2004).

Algipore[®] (Fa. Friadent GmbH, Mannheim, Deutschland) ist ein aus porösen Algen gewonnenes (phykogenes) anorganisches Hydroxylapatit, das biologischen Ursprungs ist. Die spezifische Oberflächenstruktur und die interkonnektierende Mikroporosität von Algipore[®] bewirken eine enorme Vergrösserung der Oberfläche (KASPERK & EWERS 1986). Bei Algipore[®] kommt es zu lakunären Resorptionen durch Osteoklasten und zu Osteoidgefüllten Resorptionszonen (ACKERMANN et al. 1994).

STRIETZEL (2004) stellte anhand der Auswertungen von 17 Publikationen mit ausschliesslich autogenem Knochen, 12 Studien mit der Verwendung einer Kombination aus autogenem Knochen und Knochenaufbaumaterial sowie neun Publikationen mit der alleinigen Verwendung von Knochenaufbaumaterial fest, dass sich nach Ausschluss signifikanter Verteilungsunterschiede zwischen den Ergebnissen aus den prospektiven und retrospektiven Studien, keine signifikanten Unterschiede der Implantatverlusthäufigkeit zwischen den verwendeten Augmentationsmaterialien finden liessen.

Rauchen: Das Risiko eines Implantatverlustes war bei den Rauchern mit 14,6% um rund fünfzig Prozent höher als bei den Nichtrauchern mit 6,7%. Im Vergleich mit Studien in der Literatur wiesen Raucher ein höheres Implantatverlustrisiko im Zusammenhang mit einer SBE auf als Nichtraucher, wobei dieses zwischen 8,3% (HALLMANN et al. 2002) und 74% (WIDMARK et al. 2001) bei den Rauchern und zwischen 0% (HALLMANN et al. 2002) und 17,3% (KAN et al. 1999) bei den Nichtrauchern lag. LAMBERT et al. (2000) führten das höhere Implantatverlustrisiko bei Rauchern in der Zeit zwischen der Freilegung und der prothetischen Versorgung auf die Wirkung des Tabakrauches auf das periimplantäre Gewebe zurück. Die Daten zeigten auch, dass dieser nachteilige Effekt durch einen Rauchstopp reduziert werden konnte. Diese Studie untersuchte allerdings Implantate, die nicht im Zusammenhang mit einer SBE standen.

Die Indikation zur SBE bei starken Rauchern sollte grundsätzlich kritisch gestellt, und die Patienten sollten über das erhöhte Risiko informiert werden. In naher Zukunft wäre möglicherweise die routinemässige Verwendung eines Gentests zur Bestimmung eines Interleukin-1(IL-1)-Genotyps zur Aufklärung des nikotinabhängigen Patienten über die Prognose von osseointegrierten Implantaten hilfreich (GRUICA et al. 2004).

Implantatverluste: Von den insgesamt 20 verloren gegangenen Implantaten waren 2% der Straumann[®]-Implantate (zwei Implantate bei einem Patienten) und 18% der Frialit-II[®]-Implantate (18 Implantate bei 13 Patienten) betroffen.

Die Überlebensrate der 99 Frialit-II[®]-Implantate betrug nach zwei Jahren 80%, diejenige der 102 Straumann[®]-Implantate 98%.

Von den insgesamt 20 Implantatverlusten waren zwölf bei Rauchern und acht bei Nichtrauchern zu verzeichnen.

Die Implantatverluste konnten nicht eindeutig mit einer bestehenden Allgemeinerkrankung, der präoperativen Knochenhöhe, der Länge der Konsolidierungs- respektive Einheilungszeit, der Implantatlokalisierung, der ein-/zweizeitigen Vorgehensweise

noch mit intra- und postoperativen Komplikationen in Verbindung gebracht werden, wobei die Zahlen der jeweiligen Untersuchungseinheiten sehr klein waren.

Der Behandlungserfolg, ausgedrückt in der kumulativen Verweilrate als Ergebnis einer Kaplan-Meier-Überlebensanalyse, wurde in elf prospektiven und neun retrospektiven Untersuchungen metaanalytisch bewertet (STRIETZEL 2004). Demzufolge wiesen die mittels SBE inserierten Implantate eine durchschnittliche Verweilwahrscheinlichkeit von 90% nach einem mittleren Beobachtungszeitraum von vier Jahren auf. Dabei wurde weder das Verfahren (ein- oder zweizeitig) noch das verwendete Augmentationsmaterial berücksichtigt. Die ebenfalls metaanalytisch durchgeführte Arbeit von WALLACE & FROUM (2003) zeigte eine durchschnittliche Implantatüberlebensrate von 91,8%. Mit der Kaplan-Meier-Analyse lässt sich lediglich die Wahrscheinlichkeit eines Implantatverlustes berechnen und nicht der Zustand des Implantates aufzeigen, was weitere Untersuchungen notwendig machen würde.

In der Literaturrecherche fanden sich keine Arbeiten bezüglich der Implantatüberlebensrate von Frialit®-Implantaten, die im Zusammenhang mit einer SBE inseriert wurden, oder vergleichende Untersuchungen von Straumann®- und Frialit®-Implantaten. Aus diesem Grund kann keine Aussage zum höheren Implantatverlustisiko der Frialit®-Implantate gemacht werden. Als augmentative Massnahme wurde in der Literatur beim Inserieren der Frialit-II®-Implantate statt der SBE eine Kondensation mit dem Frialit-II® BoneCondenser (Fa. Friatec, Mannheim, Deutschland) beschrieben (BRUSCHI et al. 1998).

Abschliessend kann gesagt werden, dass Straumann®-Implantate für SBE auch bei geringem Knochenangebot geeignet sind und dass das einzeitige Verfahren im Vergleich mit dem zweizeitigen Verfahren weniger Implantatverluste aufwies. Intraoperative Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut kamen in 11% der Fälle vor, hatten aber keine Sinusitis maxillaris zur Folge. Autogener Knochen, Ceros® und Algipore® sind als Augmentationsmaterialien bei der SBE geeignet. Die Tendenz in unserer Klinik geht in Richtung Algipore® + autogenem Knochen, da Algipore® biologischen Ursprungs ist und eine grosse spezifische knochenähnliche Oberfläche aufweist, sodass die Vaskularisation bereits nach wenigen Wochen einsetzt und neuer Knochen gebildet werden kann. Raucher müssen über ein erhöhtes Implantatverlustisiko informiert werden.

Verdankung

Für die statistische Auswertung möchten wir Herrn Andy Schötzau herzlich danken.

Summary

HITZ LINDENMÜLLER I, LAMBRECHT J T: **Sinusfloor elevation and implantation – a retrospective study** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 116: 142–149 (2006)

A retrospective analysis of sinusfloor elevation and implantation should evaluate in a sense of quality control the clinical results and complications during or after sinusfloor elevation.

In our institution we performed 98 sinusfloor elevations in 80 patients (44 women, 36 men) between August 9, 1995 and November 18, 2002. In those elevated sinuses, 201 implants were inserted till October 16, 2003. Dates were sampled from the patient medical histories.

Sinusfloor elevation and implantation in posterior maxillary bone have a good prognosis. Nevertheless implant survival depended on the chosen implant system (Kaplan-Meier-analysis). Implant

survival was 98% for Straumann® implants and 80% for Frialit-II® implants after two years. A significant correlation between Frialit-II® implants and Straumann® implants ($p=0.0119$) was identifiable.

There was no difference in healing between different augmentation materials (autogenous bone, Ceros 82®, Algipore®), but case numbers were too small for a relevant validity.

In one-stage procedures implant loss was 8%, in two-stage procedures it was 18%. Implant losses in smokers were generally higher than in non-smokers.

The period of consolidation of the augmentation's material introduced in two-stage procedures was about 10.3 months, healing time of implants 9.2 months. In one-stage procedures healing time of implants was about 7.7 months.

Membrane perforations during surgery occurred in 11% and were not related to the development of postoperative sinusitis as described in literature.

Résumé

Une analyse rétrospective des élévations du plancher du sinus et des implantations doit, dans le sens d'un contrôle de qualité, permettre d'évaluer les résultats cliniques et les complications durant ou à la suite de ces opérations.

Dans notre clinique, 98 élévations du plancher du sinus furent pratiquées sur 80 patients (44 femmes et 36 hommes) entre le 9 août 1995 et le 18 novembre 2002. Les implantations y relatives continuèrent jusqu'au 16 octobre 2003. La saisie des données rétrospectives s'effectua sur la base des dossiers des patients. Le pronostic est bon pour les implantations dans les régions postérieures de la mâchoire supérieure après élévation du plancher du sinus. La probabilité de survie (selon l'analyse Kaplan-Meier) dépendait toutefois fortement du système implantaire choisi. La probabilité de survie des implants était de 98% pour le système Straumann® et de 80% pour le système Frialit-II® après 2 ans. La différence entre les implants Frialit-II® et Straumann® était significative ($p=0,0119$). L'utilisation de différents matériaux d'augmentation (os autogène, Ceros 82®, Algipore®) n'a pas montré de différence dans le processus de guérison; il faut cependant relativiser ce résultat, le nombre de cas analysés étant trop petit.

Pour la procédure implantaire en une étape, la perte d'implants était de 8%, pour celle en deux étapes de 18%. La perte d'implants était en général plus élevée chez les fumeurs que chez les non-fumeurs. La durée de consolidation en deux étapes était d'environ 10,3 mois et le temps de guérison de 9,2 mois. Dans les cas où l'implantation avait lieu en même temps que l'élévation du plancher du sinus, le temps de guérison moyen était de 7,7 mois.

11% des cas ont présenté une perforation de la muqueuse du sinus, ce qui n'a pas forcément conduit à une sinusite, comme cela est rapporté dans la littérature.

Literaturverzeichnis

- ACKERMANN K L, KIRSCH A, SCHÖBER CH: Phykogenes, bovines und korallines Hydroxylapatit als Augmentationsmaterial des recessus alveolaris maxillae. *Z Stomatol* 5: 219–224 (1994)
- BLOCK M S, KENT J N: Sinus augmentation for dental implants: the use of autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 55: 1281–1286 (1997)
- BLOMQUIST J E, ALBERIUS P, ISAKSSON S: Retrospective analysis of one-stage maxillary sinus augmentation with endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 512–521 (1996)

- BRUSCHI G B, SCIPIONI A, CALESINI G, BRUSCHI E: Localized management of sinus floor with simultaneous implant placement: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13: 219–226 (1998)
- GOTTSÄUNER A, HARDT N: Technik und Erfahrungen mit der Sinuslift-OP und enossalen Implantaten. *Z Zahnärztl Implantol IX*: 184–187 (1993)
- GRUCA B, WANG H-Y, LANG N P, BUSER D: Impact of IL-1 genotype and smoking status on the prognosis of osseointegrated implants. *Clin Oral Impl Res* 15: 393–400 (2004)
- HALLMANN M, HEDIN M, SENNERBY L, LUNDGREN S: A prospective 1-year clinical and radiographic study of implants placed after maxillary sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite and autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 60: 277–284 (2002)
- JENSEN O T, SHULMAN L B, BLOCK M S, IACONO V J: Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13, Suppl 11: 5–45 (1998)
- KAHNBERG K-E, NILSSON P, HIRSCH J-M, EKESTUBBE A, GROENDAHL K: Sinus lift procedure. Part I. One-stage surgery with bone transplant and implants: *Clin Oral Impl Res* 12: 479–487 (2001)
- KAN J Y, RUNGCHARASSAENG K, KIM J, LOZADA J L, GOODACRE C J: Effects of smoking on implant success in grafted maxillary sinus. *J Prosthet Dent* 82: 307–311 (1999)
- KAPLAN E L, MEIER P: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Ass* 53: 457–481 (1958)
- KASPERK CH, EWERS R: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Einheilungstendenz synthetischer, koralliner und aus Algen gewonnener (phykogener) Hydroxylapatitmaterialien. *Z Zahnärztl. Implantol II*: 242–248 (1986)
- KENT J N, BLOCK M S: Simultaneous maxillary sinus floor bone grafting and placement of hydroxylapatite-coated implants. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 238–242 (1989)
- LAMBERT P M, MORRIS H F, OCHI S: The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants. *Ann Periodontol* 5: 79–89 (2000)
- LAMBRECHT J TH: Die Eröffnung der Kieferhöhle. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 108: 1201–1215 (1998)
- LAMBRECHT J TH, SCHIEL H J: Die Kieferhöhlenbodenosteoplastik (Sinus graft). *Acta Med Dent Helv* 4: 49–54 (1999)
- LAMBRECHT J TH: Antibiotische Prophylaxe und Therapie in der zahnärztlichen Chirurgie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 114: 601–607 (2004)
- LAMBRECHT J TH, BESIMO C E: Diagnostik, Planung, Aufklärung. In: KOECK B, WAGNER W (Eds.): *Implantologie*. Urban & Fischer, München, pp 2846 (2004)
- LEVIN L, HERZBERG R, DOLEV E, SCHWARTZ-ARAD D: Smoking and complications of onlay bone grafts and sinus lift operations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 369–373 (2004)
- PELEG M, MAZOR Z, GARG A K: Augmentation grafting of the maxillary sinus and simultaneous implant placement in patients with 3 to 5 mm of residual alveolar bone height. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 549–556 (1999)
- RAGHOEBAR G M, BATENBURG R H K, TIMMENGA N M, VISSINK A, REINTSEMA H: Morbidity and complications of bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. *Mund Kiefer GesichtsChir* 3 (Suppl 1): S65–S69 (1999)
- RAGHOEBAR G M, TIMMENGA N M, REINTSEMA H, STEGENGA B, VISSINK A: Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants: results after 12–124 months. *Clin Oral Impl Res* 12: 279–286 (2001)
- RIERMEIER C, LAMBRECHT J TH, LINDER M: Monitoring zur Vermeidung von Komplikationen bei zahnärztlichen chirurgischen Eingriffen. *Dtsch Zahnärztl. Z* 51: 768–769 (1996)
- ROSENBLICH J L: Indications and contraindications for sinus grafting. In: JENSEN O T (Ed.): *The sinus bone graft*. Quintessence, Chicago, pp 7–15 (1999)
- SCHIMMIG R, HOFFMANN M, SCHMELZEISEN R: Tissue engineering autologer Knochentransplantate. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113: 1293–1301 (2003)
- 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* 75: 511–516 (2004)
- SMALL S A, ZINNER I D, PANNON F V, SHAPIRO H J, STEIN J I: Augmenting the maxillary sinus for implants: report of 27 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8: 523–528 (1993)
- STRIETZEL F P: Sinusbodenelevation und -augmentation. Evidenzgestützte Aussagen zu Prognose und Risikofaktoren. *Mund Kiefer GesichtsChir* 8: 93–105 (2004)
- TATUM O H JR: Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 30: 207–229 (1986)
- TAWIL G, MAWLA M: Sinus floor elevation using a bovine bone mineral (Bio-Oss®) with or without the concomitant use of a bilayered collagen barrier (Bio-Gide®): A clinical report of immediate and delayed implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16: 713–721 (2001)
- TERHEYDEN H, SADER R: Aktuelle Knochenaufbaumethoden. In: HORCH H-H (Ed.): *Zahnärztliche Chirurgie*. Urban & Fischer, München, pp 345–383 (2003)
- TIDWELL J K, BLIJRDORP P A, STOELINGA P J, BROUNS J B, HINDERKS F: Composite grafting of the maxillary sinus for placement of endosteal implants. A preliminary report of 48 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 21: 204–209 (1992)
- TIMMENGA N M, RAGHOEBAR G M, BOERING G, VAN WEISSENBRUCH R: Maxillary sinus function after sinus lifts for insertion of dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 55: 936–939 (1997)
- VAN DEN BERGH J P A, TEN BRUGGENKATE C M, DISCH F J M, TUINZING D B: Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Impl Res* 11: 256–265 (2000)
- WAGNER W, AL NAWAS B: Implantatmaterialien und Konstruktionsprinzipien der Implantate aus chirurgischer Sicht. In: KOECK B, WAGNER W (Eds.): *Implantologie*. Urban & Fischer, München, Jena, pp 62–97 (2004)
- WALLACE S S, FROMM S J: Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 8: 328–243 (2003)
- WANNFORS K, JOHANSSON B, HALLMAN M, STRANDKVIST T: A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay grafts: 1-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 15: 625–632 (2000)
- WIDMARK G, ANDERSSON B, CARLSSON G E, LINDVALL A M, IVANOFF C J: Rehabilitation of patients with severely resorbed maxillae by means of implants with or without bone grafts: a 3- to 5-year follow-up clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16: 73–79 (2001)
- WILKERT-WALTER C, JAENICKE S, SPÜNTRUP E, LAURIN T: Kieferhöhlenuntersuchung nach Sinusbodenelevation kombiniert mit autologer Onlay-Osteoplastik. *Mund Kiefer GesichtsChir* 6: 336–340 (2002)
- WILFANG J, SCHULIZE-MOSGAU S, MERTEN J-A, KESSLER P, LUDWIG A, ENGELKE W: Endoscopic and ultrasonographic evaluation of the maxillary sinus after combined sinus floor augmentation and implant insertion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89: 288–291 (2000)
- ZICCARDI V B, BETTS N J: Complications of maxillary sinus augmentation. In: JENSEN O T (Ed.): *The sinus bone graft*. Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, pp 201–208 (1999)