

Klassifikation und Management von Underwood-Septen beim Sinuslift



Shih-Cheng Wen, DDS, MS¹
 Hsun-Liang Chan, DDS, MS²
 Hom-Lay Wang, DDS, PhD³

Septierungen des Vorhofs sind eine häufige anatomische Variation, die beim Sinuslift das Risiko für Membranperforationen erhöht. In der vorliegenden Studie werden die Eigenschaften der Septen untersucht und eine Klassifikation sowie Behandlungsoptionen im Rahmen des Sinuslifts vorgeschlagen. In einer Literatursuche der PubMed-Datenbank wurden Artikel identifiziert, die sich mit Underwood-Septen befassen. Ausgewählt wurden Berichte zu DVT-Befunden, direkten Messwerten am Menschen oder an menschlichen Leichen oder zur Prävalenz und anderen Eigenschaften der Septen. In etwa 25 bis 35 % der Kieferhöhlen fanden sich Septen, dabei waren einzelne weitaus häufiger als multiple. Mediolaterale (transversale) Septen waren häufiger als anteroposteriore (sagittale). Ihre Größe schwankt und nimmt in einem Septum oft von lateral nach medial zu. Die vorgeschlagene Klassifikation basiert auf der Lokalisation, der Anzahl, der Orientierung und der Größe der Septen und umfasst drei Kategorien – leicht (E), mittelschwer (M) und schwer (D). Für jede Kategorie werden entsprechende Behandlungsansätze vorgeschlagen. Der Sinuslift wird durch Septen verkompliziert, nach deren Eigenschaften der operative Schweregrad bestimmt wird. Aufgrund der Ergebnisse der untersuchten Studien und eigener klinischer Erfahrung wurden ein Klassifikationssystem und Behandlungsstrategien für Underwood-Septen erarbeitet, um dem Chirurgen ihr Management während des Sinuslifts zu erleichtern. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:471–479.)

¹ Privatpraxis, Taipei County, Taiwan, Volksrepublik China.

² Außerordentlicher klinischer Assistenzprofessor, Graduate Periodontics, Department of Periodontics and Oral Medicine, University of Michigan School of Dentistry, Ann Arbor, Michigan, USA.

³ Programmdirektor und Professor, Graduate Periodontics, Department of Periodontics and Oral Medicine, University of Michigan School of Dentistry, Ann Arbor, Michigan, USA.

Korrespondenz an: Dr. Hom-Lay Wang, Department of Periodontics and Oral Medicine, University of Michigan School of Dentistry, 1011 North University Avenue, Ann Arbor, Michigan 48109-1078, USA. Fax: +1 734 936-0374. E-Mail: homlay@umich.edu

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

Der Sinuslift mit transkrestalem oder lateralem Fenster wird häufig durchgeführt, um eine ausreichende Knochenhöhe für die Aufnahme von Standardimplantaten zu schaffen^{1,2}. Bei einem konventionellen transkrestalen Ansatz wird der Sinusboden mit Osteotomen frakturiert^{2,3}. Außerdem erhöht dieses Verfahren durch die Kondensation des trabekulären Alveolarknochens die periimplantäre Knochendichte⁴, was sich positiv auf die primäre Implantatstabilität auswirkt^{5,6}. Modifikationen des konventionellen Ansatzes sind der Einsatz von Ballons⁷, speziellen Reamern⁸, Geldruck⁹ usw. Bei dem Verfahren mit einem lateralen Fenster wird die Sinusmembran nach der Osteotomie der lateralen Wand der Kieferhöhle eröffnet. Die Implantation kann entweder simultan oder zweizeitig durchgeführt werden, je nach der Qualität und Quantität des vorhandenen Alveolarknochens¹⁰. Wenn die Fallauswahl und die Operation korrekt vorgenommen werden, sind beide Verfahren erfolgreich und vorhersagbar.

Um eine Sinusbodenaugmentations sicher und erfolgreich durchzuführen, ist es essenziell, die normale Sinusanatomie und mögliche Varianten zu verstehen¹¹. Der Sinus maxillaris ist eine pyramidenförmige Höhle, deren Basis zur Nasenwand und deren Spitze zum Arcus zygomaticus weist. Die am besten untersuchte innere Si-

Tabelle 1
Ausgewählte Artikel, die die Einschlusskriterien erfüllten

Autor	Anzahl der Patienten	CT-Indikation	Septumdefinition (Höhe in mm)	Prävalenz/Sinus (%)	Anzahl der Septen/Sinus	
					1	≥ 2
CT/DVT						
Kim et al. ¹²	100	I	> 2,5	29,5	97,5	2,5
Krennmair et al. ²¹	92	NS	NS	28,5	NA	NA
Lee et al. ²³	204	NS	> 2,5	24,6	92,6	7,4
Maestre-Ferrin et al. ²⁴	30	I	> 2,5	66,7	NA	NA
Neugebauer et al. ¹⁵	1,029	NS	NS	33,2	NA	NA
Park et al. ¹⁶	200	I	> 3	27,7	NA	NA
Shen et al. ¹⁴	423	NS	NS	20,0	88,4	11,6
Velasquez-Plata et al. ¹³	156	I	> 2,5	24,0	98,4	1,6
Leichenstudien						
Krennmair et al. ²²	41	NS	NS	31,7	84,6	15,4
Rosano et al. ²⁶	30	NS	> 3	33,0	100,0	0
Ulm et al. ²⁷	41	NS	> 2,5	31,7	84,6	15,4
Direkte klinische Messungen						
Krennmair et al. ²²	61	I	NS	27,8	NA	NA

I = CT zur Implantation, NS = CT nicht wegen Implantation angefertigt, L, m, M = gemessen an der lateralen Wand, der Septummitte bzw. der medialen Wand, S = sagittal orientierte Septen, T = transversal orientierte Septen, E = unbezahnter Oberkiefer, D = bezahnter Oberkiefer, NA = nicht verfügbar.
 *Messung der Septumhöhe an der medialen Wand.

struktur sind seine Septen (Kieferhöhlenscheidewände)¹²⁻¹⁶. Ein Septum erhöht das Risiko von Membranperforationen¹⁷⁻¹⁹, die abgesehen von einer erschwerten und längeren Operation postoperativ vermehrt zu Komplikationen führen²⁰.

Underwood-Septen sind knöcherne Projektionen, die meistens vom Sinusboden ausgehen. Wegen vorhandener sekundärer Septen treten sie bei einem unbezahnten Oberkiefer häufiger als bei einem bezahnten²¹. Vermutlich führt die selektive Knochenresorption des Sinusbodens nach einem Zahnverlust zu Bereichen mit Protrusion und Depression. Die hervorstehenden knöchernen Stachel bilden sekundäre Septen, während die primären Septen bei der Entwicklung der Kieferhöhle entstehen. Diese Theorie wird dadurch weiter

gestützt, dass primäre Septen größer sind und den Sinus in zwei Kompartimente unterteilen können, während sekundäre Septen erheblich kürzer sind. Angesichts der Variabilität der Underwood-Septen und wegen der fehlenden klinischen Leitlinien zu ihrem Management bei einer Sinusbodenaugmentation wurde diese Studie durchgeführt, um (1) die Eigenschaften der Septen zusammenzufassen und (2) ein Klassifikationssystem der Septen mit entsprechenden Therapieansätzen vorzustellen.

Material und Methode

Für dieses systematische Review über die Eigenschaften von Kieferhöhlenscheidewänden wurde die relevante Literatur durchsucht, die auf

Englisch in der PubMed-Datenbank (von Januar 1995 bis Juni 2012) veröffentlicht wurde. Suchbegriffe waren: („Sinus maxillaris“[MeSH-terms]) ODER („maxillary“[All fields] UND „Sinus“[All fields]) ODER „Sinus maxillaris“[All fields] UND („Septen“[All fields] ODER „Septum“[All fields]). Aufgenommen wurden Manuskripte, für die Septen (1) an Leichen direkt klinisch vermessen oder anhand eines Computer- oder digitalen Volumetomogramms (DVT) bestimmt wurden, oder (2) in denen neben Informationen zur Prävalenz der Septen auch Angaben zu ihrer Lokalisierung, Größe und Orientierung gemacht wurden. Es gab keine Beschränkung bezüglich der Anzahl der Patienten/Leichen, die im Rahmen der Studie untersucht wurden. Ausgeschlossen wurden



Lokalisation (%)			Orientierung		Mittlere Höhe (mm)
Anterior	Medial	Posterior	Anteroposterior (sagittal)	Mediolateral (transversal)	
25,4	50,8	23,7	NA	NA	1,6 (L), 3,6 (m), 5,5 (M)
68,4	31,6	0	NA	NA	7,7 (E)/12,2 (D)
27,3	50,0	22,7	NA	NA	NA
17,5	60,0	22,5	NA	NA	4,78
22,5	59,2	17,7	25,0	75,0	11,7 (S), 7,3 (T)
22,5	45,9	31,5	3,7	96,3	7,8*
16,0	54,0	27,0	NA	NA	NA
41,0	35,0	24,0	NA	NA	3,5 (L), 5,9 (m), 7,6 (M)
73,3	26,6	0	NA	NA	7,9
30,0	40,0	30,0	70	30	8,72
73,3	19,9	6,6	NA	NA	7,9
70,5	29,4	0	NA	NA	8,6

Studien, wenn (1) nur konventionelle Röntgenbilder, z. B. Panoramaröntgenaufnahmen, verwendet wurden, oder (2) nur unzureichende Informationen angegeben wurden. Außerdem gab es eine händische Suche in den Literaturlisten der eingeschlossenen Artikel. Das Screening erfolgte durch nur einen Untersucher (HC).

Suchergebnisse

Insgesamt wurden 150 Artikel aus der Datenbank herausgesucht, von denen 19 nach Durchsicht der Titel und Abstracts weiterverwendet wurden. Schließlich wurden 10 Artikel^{12-15,22-27} ausgewählt und ihre Daten extrahiert und ausgewertet (Tabelle 1). Ausschlussgründe waren: die alleinige Verwendung von Pano-

ramaröntgenaufnahmen²⁸ und unzureichende Informationen²⁹⁻³⁶.

Zusammenfassung der Eigenschaften von Sinussepten

In sieben Studien^{12-15,23-25} wurden die Septen auf CT/DVT-Aufnahmen untersucht, in zwei Studien^{26,27} an Leichen und in einer Studie²² auf CT-Aufnahmen, an Leichen und Patienten. Die meisten der aufgenommenen Artikel geben die Prävalenz der Septen mit 20 bis 32 % an, nur in einem²⁴ betrug sie 66,7 %, wobei in der Studie nicht auf die Gründe für diese weitaus höhere Prävalenz eingegangen wurde. Die Autoren vermuteten, dass die geringe Probengröße (30 Patienten), die Auflö-

sung der Bilder und die Interpretation der Septen eine Rolle gespielt haben. In allen Studien wiesen die meisten (88,4 bis 98,4 %) der Kieferhöhlen nur ein Septum auf und 2 bis 12 % zeigten zwei oder mehr Septen. Die Septen wurden als anterior oder medioposterior bezeichnet, wenn sie im Bereich der Prämolaren, Molaren oder retromolar lagen. In den Studien wurden sehr unterschiedliche Lokalisationen der Septen angegeben. Wurden bildgebende Verfahren eingesetzt, wurden die Septen tendenziell eher im mittleren (50 bis 60 %) und seltener im anterioren (16 bis 41 %) und posterioren Sinusanteil (18 bis 32 %) lokalisiert. Wenn die Septen direkt an Leichen oder klinisch untersucht wurden, wurden sie häufiger im Bereich der Prämolaren (etwa 70 %) als im Bereich der Molaren (20

Tabelle 2		Vorgeschlagene Klassifikation und Behandlungsoptionen der Sinussepten			
Klassifikation/ Subklasse	Lokalisation	Anzahl	Orientierung	Größe (mm)	Vorgeschlagene Behandlung
Leicht (E)					
a	Anterior des Proc. zygomaticus	1	Mediolateral	≤ 6	1 Fenster mit oder ohne Knochendeckel
b	Anterior des Proc. zygomaticus	1	Mediolateral	> 6	2 Fenster
Mittelschwer (M)					
a	Posterior des Proc. zygomaticus	1	Mediolateral	≤ 6	1 Fenster mit oder ohne Knochendeckel oder Osteotomie (bei Bedenken wegen des lateralen Zugangs)
b	Posterior des Proc. zygomaticus	1	Mediolateral	> 6	1 Fenster mit oder ohne Knochendeckel und Septumentfernung
Schwer (D)					
a	Anterior oder posterior des Proc. zygomaticus	1	Antero-posterior	≤ 6	1 laterales Fenster
b	Anterior oder posterior des Proc. zygomaticus	1	Antero-posterior	> 6	1 krestales Fenster ohne Knochendeckel
c	Anterior oder posterior des Proc. zygomaticus	2+	Mediolateral		Mehrere Fenster mit oder ohne Knochendeckel

bis 30 %) verortet. Nur in drei Studien^{15,25,26} wurde die Ausrichtung der Septen evaluiert. In zwei Studien^{15,25} verliefen die Septen oft mediolateral (transversal) (75 bis 96,3 %) und seltener anteroposterior (sagittal) (3,7 % und 25 %), während sie in einer anderen Studie²⁶ 70 % nach sagittal verliefen. Die stark abweichenden Ergebnisse dieser drei Artikel beruhen vermutlich auf Unterschieden in der Probengröße und der Definition des Verlaufs der Septen. Nach der Erfahrung der Autoren verlaufen die Septen in der Regel schräg, wodurch sich ihre Ausrichtung nur schwer definieren lässt. Die mittlere Höhe der Septen unterschied sich in ihrem lateralen, mittleren und medialen Seg-

ment. Insgesamt stieg das Septum allmählich von lateral nach medial an. Die mittlere Höhe wurde für das laterale Segment mit 1,6 mm und 3,5 mm angegeben und für das mesiale Segment mit 5,5 mm und 7,6 mm^{12,13}. In einer Studie¹⁵ waren sagittal ausgerichtete Septen (11,7 mm) höher als transversal orientierte (7,3 mm).

Vorgeschlagene Klassifikation und Behandlungsoptionen

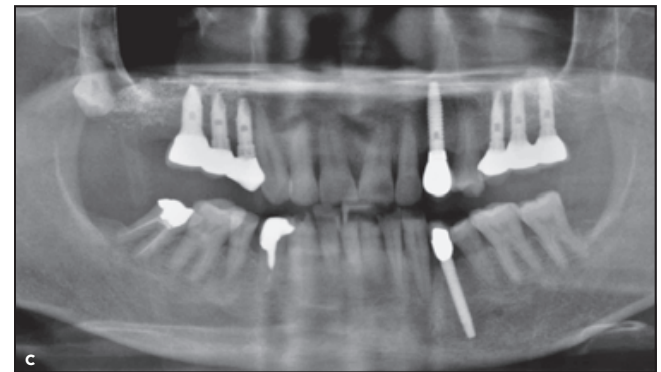
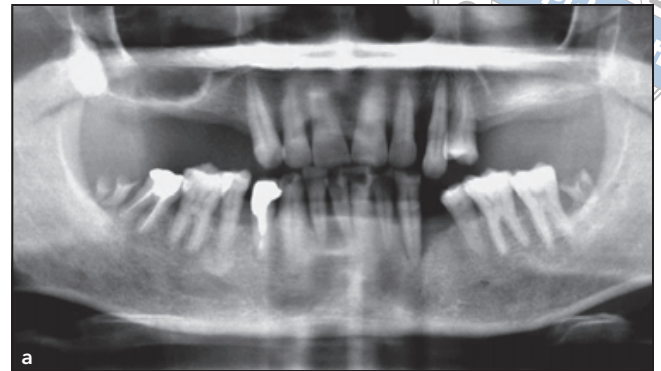
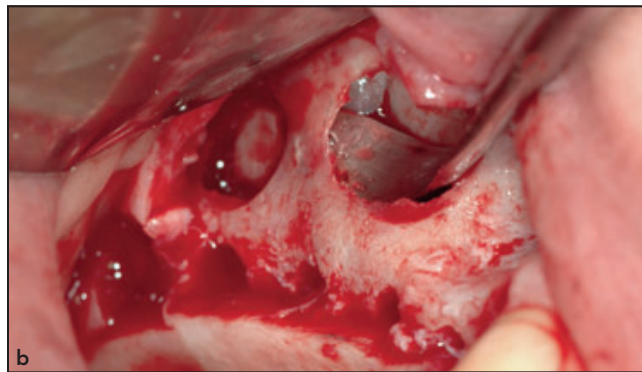
Das Management von Septen hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie ihrer Lage, Anzahl, Orientierung und Größe. Nach dem Wissen der Autoren gibt es bislang keinen Artikel,

der sich mit der Klassifikation und den Behandlungsoptionen von Septen befasst. Daher wurde ein Klassifikationssystem mit drei Kategorien vorgeschlagen – leicht/easy (E), mittelschwer/moderate (M) und schwer/difficult (D) –, ergänzt durch einen entsprechenden Behandlungsansatz (Tabelle 2).

Klasse E: einfach

Die Septen dieser Klasse liegen anterior des Proc. zygomaticus und verlaufen nach mediolateral. Aufgrund ihrer Lage sind sie leicht zugänglich. Die Behandlung hängt von der Sep-

Abb. 1 Management von Underwood-Septen der Klasse E-b. (a) Das Panoramaröntgenbild zeigt ein Septum in der rechten Kieferhöhle anterior des Proc. zygomaticus. (b) Es wurden zwei Fenster präpariert. (c) Das finale Panoramaröntgenbild zeigt vollständige Rekonstruktionen mit dentalen Implantaten.



tumhöhe ab, wobei 6 mm ein willkürlicher Schwellenwert ist, der auf der Erfahrung der Autoren beruht. Das Septum wird am höchsten Punkt gemessen. In der Subklasse a mit einer Septumhöhe ≤ 6 mm kann das laterale Fenster mit oder ohne Knochen- deckel präpariert werden. Der Unterschied besteht darin, dass der bei der Osteotomie abgetrennte Knochen- deckel von der Membran gelöst wird und nach Abschluss der Augmentati- on wieder eingesetzt werden kann. Anderenfalls wird die Knochenwand des Fensters weggeschliffen, um die laterale Wand vom Septum zu tren- nen. In der Subklasse b mit einer Septumhöhe > 6 mm ist das Septum zu hoch für einen Zugang nur von ei-

ner Seite. Daher müssen zwei Fenster präpariert werden, ein mesiales und ein distales (Abb. 1). Nach der Os- teotomie wird die Sinusmembran von beiden Seiten des Septums abgehoben, bis die Elevation die Spitze des Septums erreicht.

Klasse M: mittelschwer

Die mittelschwere Klasse ähnelt der leichten Klasse des Septumverlaufs (mediolaterale Ausrichtung). Das Ma- nagement der Septen gilt in dieser Klasse als komplizierter, da sie pos- terior des Proc. zygomaticus liegen und damit schwerer zugänglich sind.

In diesen Fällen ist ein Vorgehen mit zwei Fenstern nicht geeignet. Bei kürzeren Septen (Subklasse a) muss ein Fenster mit oder ohne Knochen- deckel präpariert werden (Abb. 2). Auch eine Osteotomie ist möglich (Abb. 3). Hohe Septen (Subklasse b) sollten nach der Eröffnung mit einem Fenster mit oder ohne Knochen- deckel mit einem piezochirurgischen Di- amantansatz entfernt werden, um die Membrananhebung zu erleichtern.

Klasse D: schwer

Die Behandlung dieser Klasse ist durch die Orientierung und Anzahl

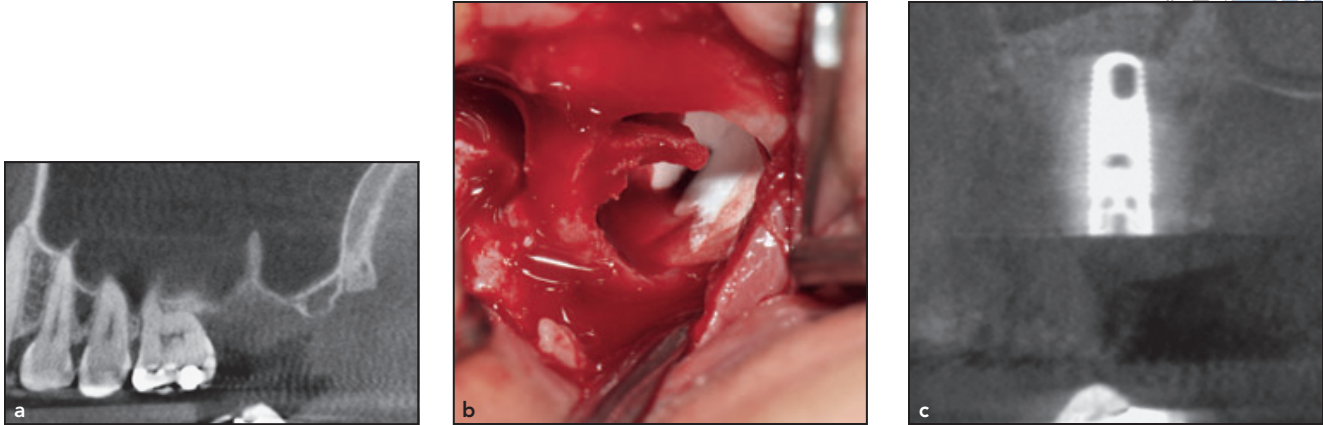


Abb. 2 Management von Septen der Klasse M-a. (a) Das rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt ein Septum in der linken Kieferhöhle posterior des Proc. zygomaticus. (b) Es wurde ein Fenster ohne Knochendeckel präpariert. Für den Fall einer unentdeckten Membranperforation wurde eine Kollagenmembran eingelegt. (c) Das abschließende rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt ein Implantat im transplantierten Sinus.



Abb. 3 Management von Underwood-Septen der Klasse M-a. (a) Das Panoramaröntgenbild zeigt ein Septum in der linken Kieferhöhle posterior des Proc. zygomaticus. (b) Der Zugang erfolgte über eine Osteotomie. (c) Das abschließende rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt ein Implantat im transplantierten Sinus

Abb. 4 Management von Underwood-Septen der Klasse D-b. (a) Das rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt ein sagittal verlaufendes Septum in der rechten Kieferhöhle. (b) Auf dem Alveolarkamm wurde ein Fenster ohne Knochendeckel präpariert. (c) Das abschließende rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt den Sinus mit dem Transplantatmaterial.

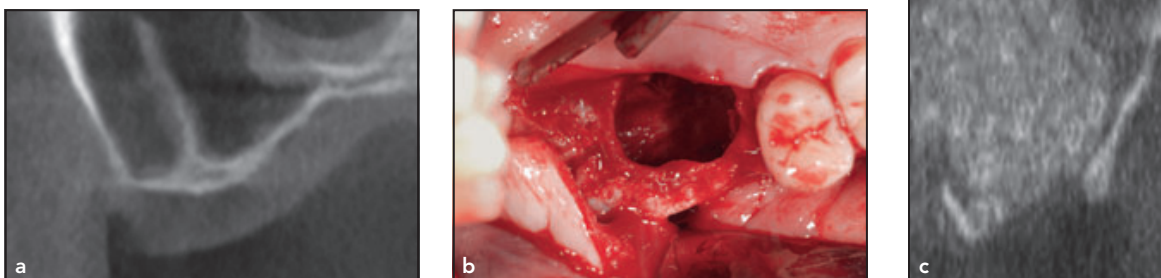
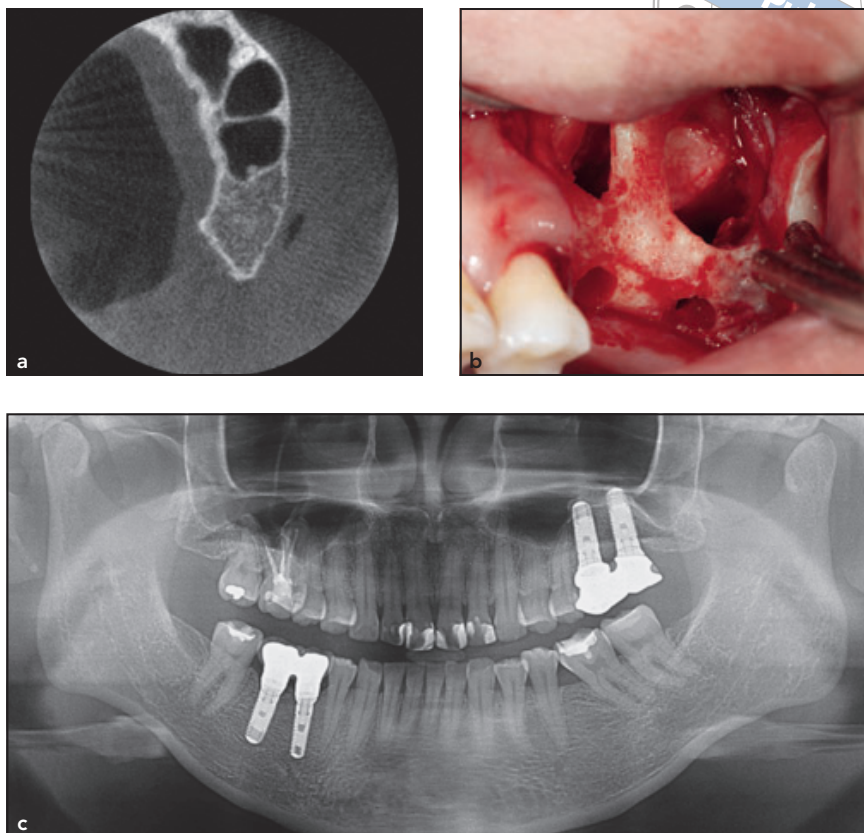


Abb. 5 Management von Underwood-Septen der Klasse M-c. (a) Die rekonstruierte axiale Ansicht zeigt zwei Septen in der linken Kieferhöhle. (b) Es wurden zwei Fenster präpariert. (c) Das abschließende rekonstruierte Panoramaröntgenbild zeigt ein Implantat im transplantierten Sinus.



der Septen schwierig. Es gibt drei Subklassen. Die Subklassen a und b umfassen einzelne anteroposterior orientierte Septen mit einer Höhe ≤ 6 mm bzw. > 6 mm. In der Subklasse c sind mehrere Septen vorhanden. In der Subklasse a ist der konventionelle Zugang mit lateralem Fenster möglich. In der Subklasse b hingegen kann sich dieser Ansatz als sinnlos erweisen, da durch das sagittal verlaufende Septum kein Zugang zur medialen Wand besteht. Eine logische Option ist ein krestaler Zugang ohne Knochendeckel³⁷ (Abb. 4). Das Fenster wird so präpariert, dass seine Ränder anteroposterior über das Septum reichen. Die Fensterwand wird mit einem Reamer auf einem konventionellen, motorgetriebenen Handstück entfernt, sodass das Septum vom Al-

veolarkamm gelöst werden kann. Anschließend wird die Membran bis zur geplanten Höhe angehoben.

Für die Subklasse c sind meistens mehrere Fenster in Kombination mit oder ohne Knochendeckel erforderlich. Dieses Verfahren ähnelt der Zwei-Fenster-Präparation, um das Septum von beiden Seiten zu erreichen (Abb. 5). Sobald die Membran vom Septum abgehoben wurde, ist das Vorgehen dasselbe wie bei einem Sinuslift ohne Septum.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde eine einfache und praktische Klassifikation von Underwood-Septen vorgestellt, anhand derer die Be-

handlung geplant werden kann. Diese Klassifikation berücksichtigte die Lokalisation, die Anzahl, die Orientierung und die Größe der Septen. Diese Faktoren wurden in der Literatur oft untersucht und sind klinisch relevant. Allerdings ist bekannt, dass noch weitere Faktoren wichtig sein können, wie die Dicke und Länge des Septums. Das Septum ist meistens im Querschnitt dreieckig und an seiner Spitze dünner. Wenn es zu dünn ist, kann die Spitze bei dem Versuch, das Septum zu umgehen, frakturieren, sodass eine Membranperforation möglich ist. Die Septumlänge wird entlang der Längsachse des Septums gemessen. Ein langes Septum, das über die gesamte Breite der Kieferhöhle reicht, ist schwieriger zu behandeln als ein kurzes Septum. Trotzdem



berücksichtigt diese Klassifikation die wichtigsten Parameter und liefert nützliche Informationen für das Management von Underwood-Septen.

Vor Kurzem wurde ein systematisches Review über die Merkmale von Underwood-Septen veröffentlicht³⁸. Die Ergebnisse dieser Autoren stimmen überwiegend mit denen der vorliegenden Studie überein. Sie fanden in 28,4 % der untersuchten 8923 Kieferhöhlen Septen, wobei die Prävalenz bei einer Sinusatrophy weitaus höher ist als am bezahnten Oberkiefer. Meistens befanden sich die Septen im Bereich der Molaren (54,6 %). Transversale Septen wurden am häufigsten beobachtet (87,6 %), gefolgt von sagittalen (11,1 %) und horizontalen (1,3 %). Die mittlere Septumhöhe betrug 7,5 mm. Multiple Septen in einem Sinus waren selten und fanden sich nur in 4,2 % der Fälle.

Die für jede klinische Situation vorgeschlagenen Therapieoptionen sind ein laterales oder krestales Fenster mit oder ohne Knochendeckel, zwei Fenster/multiple Fenster und die Osteotomentechnik. Meistens wird die Membran mit Handinstrumenten, z. B. Membranelevatoren, abgehoben. Für den Sinuslift stehen neue Instrumente, z. B. Ballons, zur Verfügung, die bei Septen für die Membranelevation verwendet werden können. In einer Fallserie³⁹ wurde die an die Septen angrenzende Membran über einen krestalen Zugang mit Ballons abgehoben. Die Inzidenz von Membranperforationen, die zum Abbruch der Operation führten, betrug 7,7 % (2 von 26 Fällen). Damit scheint die Ballontechnik für die Membranelevation geeignet zu sein, wenn Underwood-Septen vorhanden sind. Auch ein Geldruckverfahren wurde vorgeschlagen, mit dem in einer Leichenstudie die Membrananhebung in allen 10 Versuchsfällen erfolgreich war⁹.

Das DVT liefert akkurate und dreidimensionale Informationen über die

Anatomie der Kieferhöhle und ist daher das geeignete Verfahren für die Untersuchung von Underwood-Septen⁴⁰. Panoramaraöntgenaufnahmen erbringen oft falsch-positive und -negative Ergebnisse und sind für den Nachweis von Underwood-Septen ungeeignet²⁴. Mittlerweile mehren sich jedoch die Bedenken bei einem Einsatz der DVT wegen der hohen Strahlendosis und der Zusatzkosten. Daher sollte ein unkritischer Einsatz der DVT unterbleiben. Leider existiert kein Konsensus über die Indikationen der DVT⁴¹. Besteht jedoch nach einer konventionellen Röntgenaufnahme der Verdacht auf ein Septum und eine Indikation für eine weitere Aufklärung, sollte ein DVT angefertigt werden.

Schlussfolgerung

Underwood-Septen gehören zu den häufigsten Ursachen für eine Membranperforation im Rahmen einer Sinusbodenaugmentation. Daher wird in dieser Studie ein Klassifikationssystem mit entsprechenden Behandlungsoptionen vorgeschlagen, das auf dem aktuellen Wissen in der Literatur und den chirurgischen Erfahrungen der Autoren beruht. Die weitere Forschung sollte sich mit der Validierung dieses Klassifikationssystems und der Untersuchung neuer Verfahren zum Management von Underwood-Septen befassen.

Interessenerklärung

Die Autoren haben keine finanziellen Interessen, weder direkte noch indirekte, an den in diesem Artikel aufgeführten Produkten und Informationen. Diese Studie wurde zum Teil vom University of Michigan Periodontal Graduate Student Research Fund finanziert.

Literatur

1. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613–616.
2. Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986; 30:207–229.
3. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152–156.
4. Krafft T, Graef F, Winter W, Wichmann M, Karl M. Use of osteotomes for implant bed preparation: Effect on material properties of bone and primary implant stability. *J Oral Implantol* 2011 Jul 5 [epub ahead of print].
5. de Oliveira RC, Leles CR, Lindh C, Ribeiro-Rotta RF. Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites. Part 1: Identification of clinical-related parameters. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23:981–986.
6. Marquezan M, Osorio A, Sant'Anna E, Souza MM, Maia L. Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2012;23: 767–774.
7. Chan H, Oh T, Fu J, Benavides E, Avila-Ortiz G, Wang H. Sinus augmentation via transcresal approach: A comparison between the balloon and osteotome technique in a cadaver study. *Clin Oral Implants Res* 2012 Jun 21 [epub ahead of print].
8. Ahn SH, Park EJ, Kim ES. Reamer-mediated transalveolar sinus floor elevation without osteotome and simultaneous implant placement in the maxillary molar area: Clinical outcomes of 391 implants in 380 patients. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:866–872.
9. Pommer B, Watzek G. Gel-pressure technique for flapless transcresal maxillary sinus floor elevation: A preliminary cadaveric study of a new surgical technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:817–822.
10. 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; 35:216–240.

11. Chan HL, Wang HL. Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. *Implant Dent* 2011;20:406–412.
12. Kim MJ, Jung UW, Kim CS, et al. Maxillary sinus septa: Prevalence, height, location, and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis. *J Periodontol* 2006;77:903–908.
13. Velasquez-Plata D, Hovey LR, Peach CC, Alder ME. Maxillary sinus septa: A 3-dimensional computerized tomographic scan analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:854–860.
14. Shen EC, Fu E, Chiu TJ, Chang V, Chiang CY, Tu HP. Prevalence and location of maxillary sinus septa in the Taiwanese population and relationship to the absence of molars. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:741–745.
15. Neugebauer J, Ritter L, Mischkowski RA, et al. Evaluation of maxillary sinus anatomy by cone-beam CT prior to sinus floor elevation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:258–265.
16. Park YB, Jeon HS, Shim JS, Woo Lee K, Moon HS. Analysis of the anatomy of the maxillary sinus septum using three-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:1070–1078.
17. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:277–282.
18. Becker ST, Terheyden H, Steinriede A, Behrens E, Springer I, Wiltfang J. Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:1285–1289.
19. Hernandez-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.
20. 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.
21. Krennmair G, Krainhofner M, Schmid-Schwab M, Piehslinger E. Maxillary sinus lift for single implant-supported restorations: A clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:351–358.
22. Krennmair G, Ulm CW, Lugmayr H, Solar P. The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:667–671.
23. Lee WJ, Lee SJ, Kim HS. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *J Periodontal Implant Sci* 2010;40: 56–60.
24. Maestre-Ferrin L, Carrillo-Garcia C, Galan-Gil S, Penarrocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: Panoramic radiograph versus computed tomography scan. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:507–511.
25. Park YB, Jeon HS, Shim JS, Lee KW, Moon HS. Analysis of the anatomy of the maxillary sinus septum using 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:1070–1078.
26. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Lesmes D, Del Fabbro M. Maxillary sinus septa: A cadaveric study. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:1360–1364.
27. Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:462–465.
28. Shibli JA, Faveri M, Ferrari DS, et al. Prevalence of maxillary sinus septa in 1024 subjects with edentulous upper jaws: A retrospective study. *J Oral Implantol* 2007;33:293–296.
29. Ella B, Noble Rda C, Lauverjat Y, et al. Septa within the sinus: Effect on elevation of the sinus floor. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008;46:464–467.
30. Guncu GN, Yildirim YD, Wang HL, Tozum TF. Location of posterior superior alveolar artery and evaluation of maxillary sinus anatomy with computerized tomography: A clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1164–1167.
31. Kang SJ, Shin SI, Herr Y, Kwon YH, Kim GT, Chung JH. Anatomical structures in the maxillary sinus related to lateral sinus elevation: A cone beam computed tomographic analysis. *Clin Oral Implants Res* 2011 Dec 8 [epub ahead of print].
32. Naitoh M, Suenaga Y, Kondo S, Gotoh K, Arijji E. Assessment of maxillary sinus septa using cone-beam computed tomography: Etiological consideration. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11(suppl 1): e52–e58.
33. Lana JP, Carneiro PM, Machado Vde C, de Souza PE, Manzi FR, Horta MC. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2012;23: 1398–1403.
34. Selcuk A, Ozcan KM, Akdogan O, Bilal N, Dere H. Variations of maxillary sinus and accompanying anatomical and pathological structures. *J Craniofac Surg* 2008;19: 159–164.
35. van Zyl AW, van Heerden WF. A retrospective analysis of maxillary sinus septa on reformatted computerised tomography scans. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20:1398–1401.
36. Zijdeveld SA, van den Bergh JP, Schulten EA, ten Bruggenkate CM. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:1426–1438.
37. Soardi C, Wang HL. New crestal approach for lifting sinus in the extremely atrophic upper maxillae. *Clin Adv Periodontics* 2012;2:179–185.
38. Pommer B, Ulm C, Lorenzoni M, Palmer R, Watzek G, Zechner W. Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2012;39: 769–773.
39. Kfir E, Goldstein M, Rafaelov R, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation in the presence of antral septa: A report of 26 procedures. *J Oral Implantol* 2009;35:257–267.
40. Chan HL, Misch K, Wang HL. Dental imaging in implant treatment planning. *Implant Dent* 2010;19:288–298.
41. Benavides E, Rios HF, Ganz SD, et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: The International Congress of Oral Implantologists consensus report. *Implant Dent* 2012;21:78–86.