

Ein Beitrag von Dr. Rosario Sentineri, Genua, Italien

# Sinus Physiolift

## Krestale Sinusbodenelevation unter Verwendung spezieller hohler Schraubenelevatoren und hydrodynamischem Druck. Eine Fallserie.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Ergebnisse einer Studie, die im Zeitraum zwischen Mai 2006 und März 2010 durchgeführt wurde. Ziel war eine Sinusbodenelevation durch einen krestalen Zugang mittels Anwendung hydrodynamischen Drucks – übertragen durch hohle Schraubenelevatoren zur Anhebung der Schneider'schen Membran – und des Knochenersatzmaterials.

Dieses Sinus-Physiolift-Verfahren nutzt die piezoelektrische Chirurgie. Auf diese Weise lässt sich im Vergleich mit der Anwendung herkömmlicher Bohrer und Osteotome die Wahrscheinlichkeit einer Perforation der Schneider'schen Membran vermindern.



*Dr. Rosario Sentineri*

*Piazza De Ferrari, 4/10  
16121 Genova  
Italien*

*Fon: +39 010247 4533  
[rosario.sentineri@gmail.com](mailto:rosario.sentineri@gmail.com)*

Seit ihrer Einführung ist die Sinusboden-Chirurgie auf großes Interesse in der wissenschaftlichen Welt gestoßen und hat verschiedene Veränderungen erlebt. Die ersten dokumentierten Erfahrungen mit Knochenaugmentation im Sinus maxillaris stammen aus der Arbeit von *Philip J. Boyne* in den 60er-Jahren [1]. Die Zugangsosteotomie kann über einen vestibulären oder einen krestalen Zugangsweg erfolgen. Die geringere Invasivität ist der wesentliche Vorteil eines krestalen Zugangswegs gegenüber dem vestibulären Zugangsweg, der zwar den Vorteil bietet, die Ablösung optisch kontrollieren zu können, für den Patienten, der sich der Operation unterzieht, jedoch sehr unangenehm ist. Ein minimalinvasiver chirurgischer Ansatz über den krestalen Zugangsweg wurde von *Tatum* 1986 [2] vorgeschlagen und in der Folge von *Summers* 1994 [3-4] weiterentwickelt. Der von *Summers* theoretisch dargestellte Ansatz ist erfolgreich, wenn die verbliebene Knochenhöhe mindestens 5,6 mm beträgt. Abhängig davon, ob der bei der Präparation des Zugangs erzeugte Knochen oder zusätzliches Augmentationsmaterial verwendet werden, handelt es sich um die OSFE-Methode (engl.: osteotome sinus floor elevation = Sinusbodenelevation mit Osteotomen) oder das BAOSFE-Verfahren (engl.: bone added = zusätzliches Knochenmaterial). Bei geringerer Knochenkammhöhe, sodass eine Primärstabilität nicht gewährleistet wäre, wird die Implantation nicht im Rahmen des Eingriffs für die Elevation, sondern zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt [5].

Bei diesem Vorgehen mit verzögerter Implantation wird eine Osteotomie mit einem 5 mm-Trepanbohrer bis zum Sinusboden durchgeführt. Anschließend wird der mit dem Trepanbohrer erzeugte Knochenzylinder mithilfe eines Osteotoms Nr. 5 mit konkavem Arbeitsende vorgeschoben. Dies führt zu einer Elevation der Schneider'schen Membran, der Knochenzylinder wirkt dabei als Hebevorrichtung. Das Osteotom darf keinesfalls die Schneider'sche Membran perforieren. Bereits 1985 schlugen *Muller et al* vor, auf den Einsatz solcher Instrumente zu verzichten, wenn die aufzuwendende Kraft größer als 20 MPa liegt, um Gewebsverletzungen durch übermäßige Kompression zu vermeiden [6]. 2001 stellte *Fugazzotto* eine Modifikation dieser Methode dar. Dabei wurde gleichzeitig eine Molarenextraktion durchgeführt, der zu elevierende Zylinder umfasste das interradiäre Septum und mindestens 50 Prozent der Postextraktionsalveolen [7].

Der Defekt im krestalen Knochen wird anschließend mit Knochenersatzmaterial aufgefüllt, dann erfolgt die Heilungsphase. Der Verfahrensansatz mit verzögerter Implantation bedeutet allerdings, dass der Patient sich mindestens zwei operativen Eingriffen unterziehen muss. Alternativ kann die Implantatinsertion unmittelbar im Zusammenhang mit der geschlossenen Elevation durchgeführt werden, wenn die Primärstabilität gewährleistet ist. Dieses Verfahren hat *Summers* 1995 beschrieben. Mit einem Satz geeigneter Osteotome (das Arbeitsende sollte zu keinem Zeitpunkt in den Sinus eindringen) gelang es ihm, die Membran dadurch anzuheben, dass der ge-

sammelte Knochen auf eine Weise nach apikal vorgeschoben wurde, und dass ausreichend Raum für das Implantat verblieb.

Die Methode von *Summers* wurde durch die Anwendung eines Satzes von Osteotomen aufsteigender Länge mit einem krestalen Stopp verbessert. Mit zunehmender Länge ist das Arbeitsende abwechselnd konkav und konvex (*Malchiodi* 2003); dieser Verfahrensansatz führt aufgrund der charakteristischen Form dieser Osteotome dazu, dass Perforationen in einer geringeren Anzahl von Fällen auftreten und der Knochen besser verdichtet wird [8]. Bei BAOSFE bringt *Summers* Augmentationsmaterial ein, indem er es im Osteotomie-Stollen mit seinen Osteotomen soweit verdichtet, bis er eine hinreichende Elevation der Schneider'schen Membran erreicht hat. Bei dieser Vorgehensweise wird durch die Insertion des Implantats eine weitere Verlagerung des Materials erreicht. Deshalb soll die Implantatlänge in Abhängigkeit von der Dehnbarkeit der Membran ausgewählt werden – einem Parameter, der sich nur schwierig abschätzen lässt [9].

Auch der schrumpfungsbedingte Rückgang von etwa 1 bis 2 mm, die jeder Sinuslift während des Heilungsprozesses durchläuft, muss berücksichtigt werden. Es werden dementsprechend Implantate benötigt, deren Länge mit der zu erwartenden abschließenden Höhendimension korreliert (*Cosci* u. *Luccoli* 2000). Die Autoren selbst stellten das Problem von Grünholzfrakturen des Sinusbodens dar, die häufig zu Risswunden führen, und schlugen die Verwendung eines speziellen Bohrers vor [10]. Die piezoelektrische Knochenchirurgie wurde im Jahr 2000 [11] vorgestellt. Ihre besonderen Eigenschaften des selektiven Schneidens können den Anteil der Fälle mit Membranperforationen auf nur noch etwa 7 Prozent senken [12, 13]. Mit dieser Technik war es in den letzten Jahren möglich, eine Arbeitssequenz zur piezoelektrischen Implantatbettpräparation zu entwickeln. Mit den entsprechenden Instrumentenansätzen kann – durch einen krestalen Zugangsweg – die Sinusmembran erreicht werden, ohne dass Trepan-Bohrer oder herkömmliche Bohrer verwendet werden müssen, die ein hohes Risiko einer Perforation mit sich bringen.

Seit 2003 sind verschiedene Verfahren konzipiert worden um die Membran mithilfe eines elastischen Ballons anzuheben, der mit hydraulischem Druck aufgepumpt wird [15-17]. Verschiedene Studien zeigen eine hohe Erfolgsrate, jedoch kann als Komplikation der Ballon platzen und infolgedessen kann es auch zu einer gleichzeitigen Ruptur der Membran kommen.

Die Aufgabe dieser Fallserie war die Bestimmung des Ausmaßes der Elevation der Sinusbodenmembran, die unter Einsatz der von *Dr. Sentineri* entworfenen speziellen hohlen Schraubenelevatoren (Abb. 1) und Knochenaugmentationsmaterialien in solchen Fällen erreicht werden konnte, bei denen die Knochenhöhe zwischen dem koronalen Rand des knöchernen Kieferkamms und dem Sinusboden mindestens noch drei Millimeter betrug. ➔



Abb. 1 Hohler Schraubenelevator CS1



Abb. 2 Initiale Aufbereitung mit Piezosurgery-Instrument IM1



Abb. 3 Initiale Aufbereitung mit Piezosurgery-Instrument IM2

## Materialien und Methoden

### Demografische Daten

Im Zeitraum zwischen Mai 2006 und März 2010 wurde bei 29 Patienten (20 Frauen und 9 Männer) ein chirurgischer Eingriff durchgeführt. Er umfasste die Durchführung einer krestalen Sinusbodenelevation (Sinus Physiollift) und die damit verbundene Insertion von insgesamt 32 Implantaten. Fünf Patienten rauchten im Durchschnitt acht bis neun Zigaretten pro Tag. Das Durchschnittsalter der Teilnehmer betrug 51 Jahre (zwischen 20 und 72 Jahren).

### Ein- und Ausschlusskriterien

Die in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

- Partielle Zahnlosigkeit des Oberkiefers im Bereich unter dem Sinus maxillaris
- Mindestens drei Millimeter Knochenhöhe zwischen Sinusboden und koronalem Rand des knöchernen Kamms
- Keine Sinuserkrankung
- Keine Allgemeinerkrankungen, im Falle von Diabetes, regelmäßige Untersuchung
- Patienten waren bereit, die Einverständniserklärung für die Studie zu unterzeichnen
- Primärstabilität von mindestens 20 Ncm
- Patienten waren bereit, ein CT anfertigen zu lassen.

Ausschlusskriterien waren:

- Parafunktionen, Bruxismus oder Pressen
- Starke Raucher (mehr als zehn Zigaretten täglich)
- Unzureichende Mundhygiene
- Patienten, die eine Chemotherapie oder eine Strahlentherapie in Verbindung mit Bisphosphonaten erhielten.

### Vorbereitung des chirurgischen Eingriffs

Bei sämtlichen Patienten wurden in den Wochen vor der Operation mindestens zwei Sitzungen mit einer professionellen Zahnreinigung durchgeführt.

Zur ordnungsgemäßen Durchführung der Studie war eine DVT- oder eine herkömmliche CT-Aufnahme erforderlich. Dazu wurde eine bariumsulfathaltige Röntgenschablone (Zähne 30 Prozent, Sattel 10 Prozent) eingesetzt. Eine antibiotische Abschirmung erfolgte mit Amoxicillin-Clavulansäure. Diese Medikation wurde ab dem Tag vor der Operation zur Einnahme alle 12 Stunden verordnet, außerdem eine chlorhexidinhaltige Mundspüllösung zur Spülung zweimal täglich.

### Chirurgische Phase

Alle Patienten erhielten folgende Medikation zur Analgosedierung:

- Cortison (4 mg Bentelan)
- Benzodiazepine (Diazepam, 1 mg Bolusinjektionen, um die Wirkung zu erzielen)
- NSARs (Ketorolac-Tromethamin, 1 Ampulle während des Eingriffs)
- Fargan (Promethazin 1 mg, Anwendung zur Vertiefung nur bei solchen Patienten, die bereits andere zentral wirksame Medikamente einnehmen)
- Die Lokalanästhesie erfolgte lokal als Plexusanästhesie/ Infiltrationsanästhesie mit Mepivacain mit einem Adrenalin-zusatz von 1:100.000 (Septanest 4 Prozent, Septodont).


Die schräge krestale Inzision reichte vom mesial zum distal an die Lücke angrenzenden Zahn. Die Mobilisierung des Lappens in voller Schichtstärke erfolgte nur auf dem Kieferkamm. Nach der Knochenfreilegung wurde unter Orientierung an einer Bohrschablone mittels Piezoschirurgie das Implantatbett präpariert (Piezosurgery 3, Mectron Piezosurgery, Mectron, Carasco, Italien). Die Leistungseinstellung „Implantat“ wurde entsprechend der Protokolle von Dr. T. Vercellotti gewählt, hauptsächlich im Hinblick auf die ersten Schritte mit den Ansätzen IM1 und anschließend IM2P bis zu einer Restknochenhöhe von einem Millimeter über dem Sinusboden (Abb. 2 und 3). Die basale Kortikalis des Sinus wurde mit Instrument OT9 (oder in wenigen Fällen mit OT4) abgetragen, sodass eine Öffnung 



Abb. 4 Abtrag der basalen Kortikalis mit Piezosurgery-Instrument OT4



Abb. 5 Einsetzen des hohlen Schraubenelevators



Abb. 6 Röntgenkontrolle der korrekten Position des hohlen Schraubenelevators



Abb. 7 Physiolifter mit Schraubenelevatorsystem CS1

mit 2,4 mm Durchmesser resultiert (Abb. 4). Mit einem Implantologie-Mikromotor/Winkelstück (20 Ncm, 20 U/min) wurde die hohle Elevator in die präparierte Knochenkavität bis zur basalen Kortikalis eingeführt, ohne dabei jedoch in den Sinus vorzudringen. Um die Wasserdichtigkeit sicherzustellen, musste der hohle Schraubenelevatorsystem festsetzen (Abb. 5 und 6).

Nach der Insertion der hohlen Schraubenelevatorsysteme wurde der Physiolifter angeschlossen. Auf diese Weise waren sie jetzt mit der Spritze verbunden, die 3 ml isotonische Kochsalzlösung enthielt (Abb. 7). Dabei ist zu beachten, dass die Spritze vor der Verbindung mit den hohlen Schraubenelevatorsystemen mit Flüssigkeit gefüllt wird, um Luft einschließen zu vermeiden. Durch Druckausübung mit dem Physiolifter wurde nun zunächst überprüft, ob keine Flüssigkeit durch eine möglicherweise nicht ordnungsgemäße Insertion der hohlen Schraubenelevatorsysteme austrat und anschließend isotonische Kochsalzlösung in den Sinus injiziert, sodass sich die Membran allmählich ablöste.

Im weiteren Verlauf wurde der Schlauch des Physiolifters abgekoppelt und das Valsalva-Manöver ausgeführt, um überschüssige Salzlösung aus dem Sinus maxillaris zu entfernen. Gleichzeitig wurde damit die Integrität der Schneider'schen Membran überprüft. Nach dem Herausdrehen der hohlen

Schraubenelevatorsysteme wurde heterologes Knochenmaterial in den Stollen eingestopft – entsprechend der Studie [18], aus der sich ergab, dass mit diesem Augmentationsmaterial die höchste Erfolgsquote für die Implantate resultiert.

Ohne Betätigung des Fußschalters wurde mithilfe des Instruments OT9 verbliebenes Augmentationsmaterial aus dem Implantatstollen in den Sinus geschoben. Falls ein Widerstand auftrat, konnte das Gerät intermittierend betätigt werden, bei minimaler Zuflussmenge an isotonischer Kochsalzlösung.

Nach der Freilegung des Implantatstollens wurden je nach Bedarf konische Implantate (3i Implant Innovations) verschiedener Längen und Durchmesser inseriert, die Einheilung erfolgte im gedeckten Verfahren (Abb. 8 und 9).

Dieses Verfahren, das in Fällen eingesetzt wird, bei denen ein einzelner Zahn fehlt, lässt sich auch dann anwenden, wenn mehrere Zähne fehlen und die Kieferhöhle sehr stark pneumatisiert ist. Das chirurgische Vorgehen für das zweite Implantat ist identisch, es wird dafür ein weiterer hohler Schraubenelevatorsystem (Abb. 10, 11 und 12) eingesetzt. Dabei muss mithilfe eines speziellen luftdichten Verschlusses sichergestellt werden, dass der erste hohle Schraubenelevatorsystem währenddessen undurchlässig

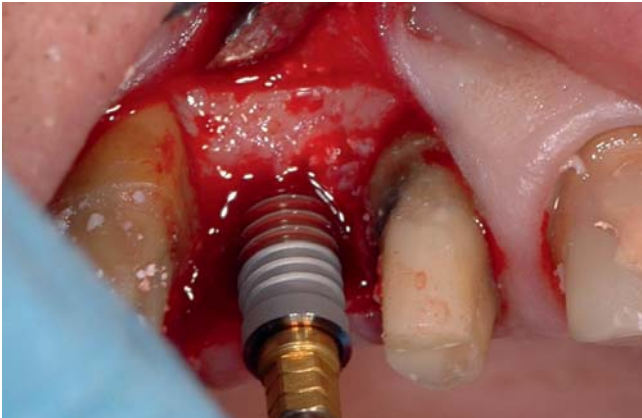


Abb. 8 Insertion des Implantats

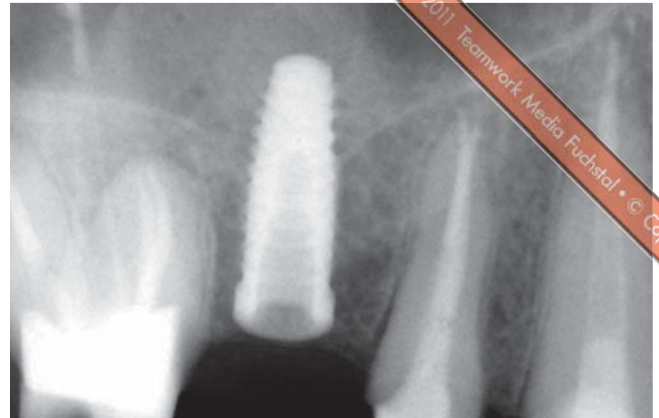


Abb. 9 Röntgenkontrolle des Implantats zum Zeitpunkt der Implantatinsertion

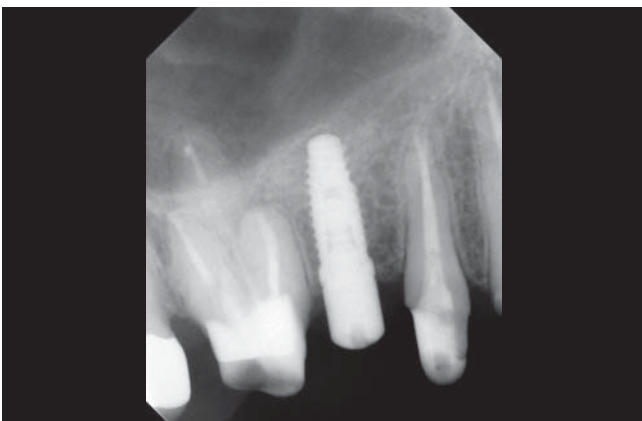


Abb. 10 Präoperative Situation



Abb. 11 Eingesetzte Schraubenelevatoren CS1

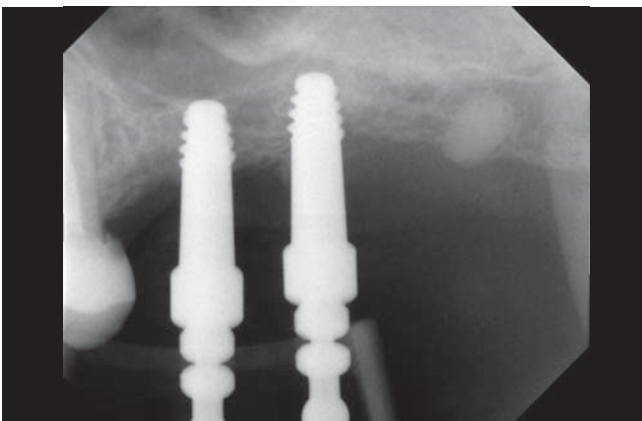


Abb. 12 Insertion der Implantate nach einer doppelten Sinusmembranelevation

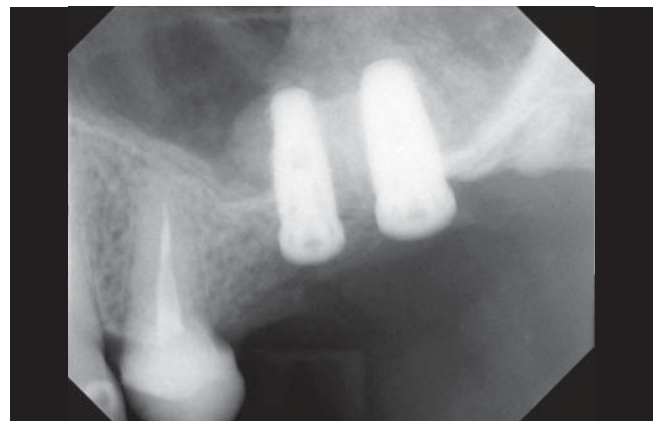


Abb. 13 Röntgenkontrolle des Implantats sechs Monate nach der Insertion

ist, sodass auch während der zweiten Elevation das System insgesamt abgeschlossen ist.

#### Nachuntersuchung und Beurteilung der Elevation

Alle Patienten wurden einen, vier und sechs Monate nach dem chirurgischen Eingriff nachuntersucht (Abb 13). Mittels Paralleltechnik wurde eine intraorale Kontrollröntgenaufnahme angefertigt. Um das Ausmaß der Elevation und der Knochendichte zu bestimmen, wurde das Bildverarbeitungsprogramm VixWin (Gendex Dental Systems, IL, USA) zur vergleichenden Messung der verschiedenen Aufnahmen verwendet.

Die Kalibrierung des Messsystems wurde anhand der Strecke vorgenommen, die durch fünf Implantatwindungen definiert war (5 x 0,9 mm). Der senkrechte Abstand wurde auf der Implantatachse gemessen, zwischen dem Sinusboden und dem höchsten Punkt der Elevation. Dieser Vorgang wurde für jedes Implantat wiederholt, das bei einem Patienten inseriert wurde, und anschließend ein Durchschnittswert errechnet, sodass für jeden Patienten ein einzelner Wert resultierte. Später wurden die Differenzen zwischen den Werten bei der Kontrolluntersuchung und den entsprechenden Messwerten bei den Röntgenaufnahmen zu Beginn ermittelt.

## Ergebnisse

Zwischen Mai 2006 und März 2010 wurden 29 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren auf diese spezielle Weise behandelt. Zum Zeitpunkt 0 betrug die Höhe zwischen Sinusboden und koronalem Rand des Knochenkamms  $4 \pm 1$  mm. Das Volumen der zugegebenen isotonischen Kochsalzlösung betrug  $4 \pm 1$  ml. Die Röntgenkontrollen ließen die Feststellung zu, dass das eingebrachte Augmentationsmaterial – das wie eine aufgehende Sonne aussah – gleichmäßig um die Implantate herum verteilt war, sodass bei jedem behandelten Patienten von einer intakten Membran auszugehen war. Unmittelbar nach dem Eingriff zeigten die Röntgenkontrollaufnahmen eine durchschnittliche Höhenzunahme von  $7,3 \pm 1,5$  mm. Sechs Monate nach der Operation fiel dieser Wert durchschnittlich um etwa  $\pm 0,5$  mm ab. Bei der Freilegung zeigte sich, dass zwei Implantate nicht osseointegriert waren. Sie wurden nach einem Monat durch zwei andere Implantate gleichen Durchmessers und gleicher Länge ersetzt, da sich die Elevation als stabil erwies. Alle übrigen Implantate waren osseointegriert.

## Diskussion

Der Sinus maxillaris war für die Insertion osseointegrierter Implantate seit ihrer Einführung stets eine Grenze, und so entstand zunehmend das Bedürfnis, diese anatomische Grenze mit einer stabilen Lösung zu überwinden, ohne zu hohe Risiken in Kauf nehmen zu müssen. Im Implantatzeitalter ist eine herausnehmbare Lösung nicht mehr zeitgemäß. Obwohl sie leicht zu erreichen ist, kann der Patient sich damit nicht wieder vollständig in das gesellschaftliche Leben integrieren. Auf diese Weise entsteht die Anforderung an den Zahnarzt, den Bedürfnissen des Patienten entgegen zu kommen.

Es existieren viele Verfahren für die Sinusbodenelevation. Einige haben ein sehr hohes Niveau der Vorhersagbarkeit erreicht und sind vergleichsweise unkompliziert durchführbar. Damit können sie nach einer angemessenen Lernphase Teil der Routine-Tätigkeit eines Chirurgen werden.

Der vestibuläre Zugangsweg zum Sinus maxillaris führt zu einer Arbeit „unter Sicht“, dementsprechend ist es einfacher, erwünschte Ergebnisse zu erzielen. Andererseits macht er die postoperative Phase sehr unangenehm. Bis vor kurzem wurde dies als einzige Möglichkeit angesehen, eine große Sinusbodenelevation durchzuführen, da der krestale Zugangsweg in den meisten Fällen keinen erweiterten Sinuslift zulässt. Dieser Ansatz ist sicherlich weniger invasiv, erlaubt aber – wie bereits erwähnt – keine direkte Sicht des Bereichs, in dem die Operation durchgeführt wird. Diese kann dementsprechend nur taktil mit den Instrumenten wahrgenommen werden und erfordert ein sehr gefühlvolles Arbeiten.

Herkömmliche Verfahren sind sehr unangenehm für den Patienten, da solche Maßnahmen, wie die kontrollierte Fraktur des

Sinusbodens, das Einbringen und die Verdichtung von Augmentationsmaterial unvermeidlich mit dem Einsatz von Osteotomen einhergehen, die nach Art von „Hammer und Meißel“ eingesetzt werden, was ganz entschieden unangenehm ist und vom Operateur nicht verhindert werden kann.

Wir sind der Auffassung, dass als Goldstandard ein Verfahren anzustreben ist, welches dem Patienten möglichst wenige Unannehmlichkeiten bereitet. Hinzuzufügen ist die Forderung nach einem großen Volumengewinn. Flüssigkeiten lassen sich grundsätzlich nicht komprimieren. Auf sie wirkende Drücke werden gleichmäßig verteilt und fortgeleitet. Diese Tatsachen führten uns zu der Überlegung, hydrodynamischen Druck einzusetzen, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen.

Mit dem Wasserballon-Systems wurde ein gutes Konzept eingeführt, wir sind jedoch der Überzeugung, dass dieses Verfahren aufgrund des elastischen Widerstands des Ballons vom Behandler nicht vollständig zu kontrollieren ist, sodass keine verlässliche Elevation der Membran möglich ist.

Um die Dichtigkeit des Systems sicherzustellen, haben wir spezielle hohle Schraubenelevatoren entworfen. Der enge Kontakt der Windungen mit der basalen Kortikalis ermöglicht den Einsatz der in dem System enthaltenen Druckspritze auf optimale und effiziente Weise.

## Schlußfolgerungen

Im Verlauf unserer klinischen Erfahrungen traten, anders als bei herkömmlichen Verfahren, keine Komplikationen im Sinne von Perforationen der Schneider'schen Membran auf, dabei war die Höhe der Elevation mit krestalem Zugang deutlich größer als bei anderen Verfahren. Der Hauptvorteil lag in einer geringeren Belastung des Patienten in der postoperativen Phase. Es muss hinzugefügt werden, dass sich mit dieser Vorgehensweise auch die Behandlungszeit und die Stressbelastung des Operateurs vermindern. Wenn diese Studie auch nur eine begrenzte Fallzahl aufwies und es sich bei dem Operateur um einen erfahrenen Chirurgen handelte, so sind die Ergebnisse doch sehr ermutigend. Die Lernkurve sollte nach unserer Auffassung nur ganz allmählich ansteigen, da das Verfahren von der Person des Operateurs abhängt. Eine längerfristige Nachbeobachtung ist erforderlich, um die Langzeitstabilität der Elevation beurteilen zu können.

## Danksagungen

Wir danken der Firma Mectron für die Zusammenarbeit und die Herstellung der hohlen Schraubenelevatoren. Wir danken auch der Firma 3i Implant Innovations Biomax Italien für die Bereitstellung der Implantate. ■