

Retrospektive Studie zu Implantaten mit poröser Oberfläche, die simultan mit einer Sinusbodenelevation gesetzt wurden



Dong-Seok Sohn, DDS, PhD¹
Jae-Mok Lee, DDS, MSD, PhD²
In-Sook Park, DDS³/Heui-Seung Jung, DDS⁴
Do-Young Park, PhD⁵/Im-Hee Shin, PhD⁶

In der hier vorgestellten Studie wurden die klinischen und radiologischen Ergebnisse von Implantaten mit poröser Oberfläche untersucht, die in den teilbezahnten oberen Seitenbereich gesetzt wurden. Die Studiengruppe umfasste 42 teilbezahnte Patienten, bei denen eine Sinusbodenaugmentation mit lateralem Fenster oder krestalem Ansatz erfolgte, die im katholischen Universitätsklinikum in Daegu bzw. einer Privatklinik vorgenommen wurde. Insgesamt wurden 92 Implantate mit poröser Oberfläche gesetzt und jeweils mit festsitzenden Restaurationen versorgt: 17 Implantate mit einer (nicht verblockten) Einzelkrone und 75 Implantate mit verblockten Kronen. Beim ersten Besuch, postoperativ, beim Einsetzen der Restauration sowie bei der Kontrolluntersuchung wurden in standardisierter Langkonus-Paralleltechnik Panorama- und periapikale Röntgenaufnahmen angefertigt. Untersucht wurden die Überlebensraten der Implantate abhängig von Position, Länge, Durchmesser, Kronen-Implantat-Verhältnis (C/I-Verhältnis) und Art der Restauration. Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe von Software mit dem Chi-Quadrat-Test. Da von den 92 Implantaten acht (8,7 %) wieder entfernt wurden, betrug die kumulative Überlebensrate nach einer maximalen funktionellen Belastung von neun Jahren 91,3 % (Mittelwert: 72,8 Monate; Bereich: 11 bis 107 Monate). Abhängig von der Position der Implantate, dem C/I-Verhältnis und der Art der Restauration unterschied sich die Überlebensrate statistisch nicht signifikant, wohl aber bezogen auf Länge und Durchmesser der Implantate. Der durchschnittliche krestale Knochenverlust betrug nach einem Jahr 0,68 mm und bei der Abschlussuntersuchung 1,13 mm. Alle Implantate wurden gleichzeitig mit einer Sinusbodenelevation gesetzt. Die kumulative Überlebensrate der Implantate mit poröser Oberfläche im oberen Seitenzahnbereich betrug 91,3 %. Somit erreichten diese Implantate im unbezahnten oberen Seitenbereich zufriedenstellende Ergebnisse. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 541–547.)

¹ Professor und Leiter, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Catholic University Hospital of Daegu, Daegu, Republik Korea.

² Professor, Department of Periodontology, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu, Republik Korea.

³ Klinischer Instruktor, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Catholic University of Daegu, Daegu, Republik Korea.

⁴ Privatpraxis, Seo-Mun Dental Clinic, Daegu, Republik Korea.

⁵ Privatpraxis, Chunga Dental Clinic, Daegu, Republik Korea.

⁶ Außerordentlicher Professor, Department of Medical Statistics, School of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu, Republik Korea.

Korrespondenz an: Professor Dong-Seok Sohn, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Catholic University Hospital of Daegu, 3056-6 Daemyung 4-Dong, Nam-Gu, Daegu, Republic of Korea, 705-718, Fax: +82 53-622-7067, E-Mail: dssohn@cu.ac.kr

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Die Überlebensrate von Implantaten ist im Oberkiefer allgemein schlechter als im Unterkiefer. Am wenigsten vorhersagbar sind die Ergebnisse im oberen Seitenzahnbereich^{1,2}, was auf den geringeren Knochen-Implantat-Kontakt zurückgeführt werden kann³. Außerdem wirken im Seitenzahnbereich stärkere Okklusalkräfte als im Frontzahnbereich⁴. Daher ist die Misserfolgsrate von Implantaten im Seitenzahnbereich grundsätzlich höher als im Frontzahnbereich². Vielfach wurden Verfahren, mit denen die glatte Implantatoberfläche aufgeraut wurde, ausprobiert. Dazu gehören Säureätzen, Beschichtung mit Hydroxylapatit und Sandstrahlen mit Säureätzen⁵⁻⁷. Eine neue Textur mit einem mehrschichtigen porösen Oberflächenbereich aus runden Titan-Aluminium-Vanadium-Partikeln soll in Bereichen mit geringer Knochendichte einen guten Knochenkontakt schaffen, bei dem der Knochen in die dreidimensionalen Poren einwächst⁸. Die dreidimensionale Porosität der Oberfläche führt zu einer dreidimensionalen mechanischen Verbindung von Knochen und Implantat⁸. Im oberen Seitenzahnbereich wurden Implantate mit poröser Oberfläche erfolgreich eingesetzt^{9,10}. In der vorliegenden Studie wurden die klinischen und radiologischen Ergebnisse von Implantaten mit poröser Oberfläche im teilbezahnten oberen Seitenbereich untersucht.

Material und Methode

Probanden

Zur Studiengruppe gehörten 42 teilbezahnte Patienten des katholischen Universitätsklinikums in Daegu und einer Privatklinik. Diese 42 Patienten erhielten im oberen Seitenzahnbereich insgesamt 92 Implantate mit poröser Oberfläche (Endopore Dental Implant System, Innova Corporation). Im Universitätsklinikum wurden bei 36 Patienten 78 Implantate und in der Privatklinik bei sechs Patienten 14 Implantate gesetzt. Die mittlere initiale Knochenhöhe vor der Implantation betrug 5,98 mm (Standardabweichung: 2,39 mm). Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation allgemein gesund und wiesen keine lokalen Entzündungen oder Mukosaserkrankungen auf. Ausschlusskriterien waren Rauchen (mehr als 10 Zigaretten täglich), eine vormalige Radiotherapie des Kopf-Hals-Bereichs, eine Leukozytenerkrankung zum Zeitpunkt der Operation, ein nicht kontrollierter Diabetes und starkes Kieferpressen oder Bruxismus.

Implantatsystem

Es wurden Implantate mit zwei Durchmessern (4,1 und 5,0 mm) und drei Längen (7,0 mm, 9,0 mm und 12,0 mm) verwendet.

Chirurgisches Vorgehen

Bei 56 Implantaten erfolgte eine Sinusbodenaugmentation mithilfe der Bone-added Osteotome Sinus Floor Elevation (BAOSFE). Die BAOSFE wurde bei einer Knochenhöhe von 3 bis 7 mm durchgeführt. Die Kortikalis der Implantatbetten wurde mit

einem 2,3-mm-Rundbohrer perforiert und die systemspezifischen Osteotome Nr. 1 und Nr. 2 nacheinander bis auf 1 bis 2 mm zum Sinusboden vorgeschoben, um den Alveolarknochen und den Sinusboden so zu verdichten, dass sie ein Implantat mit einem Durchmesser von 4,1 mm aufnehmen konnten. Für die Implantate mit einem Durchmesser von 5,0 mm wurde zusätzlich das Osteotom Nr. 3 verwendet (Abb. 1a).

Zur indirekten Elevation des Sinusbodens wurde die Osteotomie mit röntgendichtem bovinem oder mineralischem Allograft auf einem Amalgam-Carrier aufgefüllt. Das letzte Osteotom wurde mithilfe eines chirurgischen Hammers eingeführt. Der Sinusboden frakturierte durch die wiederholten Knochentransplantationen und Osteotomien. Um den Sinusboden weiter anzuheben, wurde immer mehr Knochen zugegeben (Abb. 1b). Nach Abschluss des Sinuslifts wurde die Knochenhöhe mit einer Messlehre überprüft und die endgültige Form und Größe des Implantatbetts ermittelt (Abb. 1c). Dazu wurde die Messlehre bis auf 1 mm an das Ende der Osteotomie vorgeschoben, um eine initiale Primärstabilität der Implantate zu gewährleisten. Anschließend wurde das Implantat gesetzt und durch leichtes Beklopfen mit dem chirurgischen Hammer vollständig eingepasst (Abb. 1d, 2 und 3).

Bei einer Knochenhöhe < 3 mm erfolgte der Zugang über ein laterales Fenster. Insgesamt 36 Implantate wurden im Rahmen eines Sinuslifts mit lateralem Fenster gesetzt. Die Implantatbetten wurden mit einem Pilotbohrer präpariert und der Bereich mit Osteotomen kompaktiert und expandiert, um eine Primärstabilität der Implantate zu erreichen (Abb. 4 und 5). Alle Implantate wurden mit einem Mindestabstand von 3 mm zu anderen Implantaten gesetzt. Alle Antagonisten waren natürliche Zähne oder Kronen.

Prothetisches Verfahren

Nach einer durchschnittlichen Einheilungszeit von sechs Monaten wurden die Implantate freigelegt. Anschließend wurden für vier bis acht Wochen provisorische Kronen aufgesetzt, um vor der Abformung eine Weichgewebeheilung zu ermöglichen. Alle Implantate wurden mit Kronen restauriert – 75 Implantate mit verblockten Kronen und 17 Implantate mit nicht verblockten Einzelkronen.

Radiologische und statistische Untersuchung

Bei der ersten Sitzung, postoperativ, zum Zeitpunkt der prothetischen Versorgung und bei einer Kontrolluntersuchung wurden in standardisierter Langkonus-Paralleltechnik Panorama- und periapikale Röntgenaufnahmen angefertigt. Der krestale Knochenverlust wurde nach folgender Formel berechnet: $\text{marginaler Knochenverlust} = \text{radiologischer Knochenverlust} \times \text{bekannte Implantatlänge} / \text{radiologische Implantatlänge}$. Das Implantatüberleben wurde anhand der Kriterien von Albrektsson et al.¹¹ und Roos et al.¹² ermittelt.

Untersucht wurde die Überlebensrate der Implantate abhängig von ihrer Position, Länge, Durchmesser, Kronen-Implantat-Verhältnis (C/I-Verhältnis) und der Art der Versorgung. Die Kronenlänge wurde auf dem Röntgenbild als Abstand zwischen der Plattform des glatten Implantathalses und dem oberen Kronenrand und die Implantatlänge als Abstand zwischen der Plattform des maschierten, glatten Implantathalses und dem apikalen Implantatende gemessen. Um das C/I-Verhältnis zu berechnen, wurde die Kronenlänge durch die Implantatlänge dividiert (Abb. 6). Die Daten wurden mit deskriptiver Statistik ausgewertet. Dazu wurden

Abb. 1 BAOSFE-Operationsverfahren

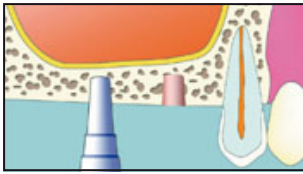


Abb. 1a Nach Perforation der Kortikalis im Implantatbett mit einem Rundbohrer (Ø 2 mm) wurden nacheinander abhängig von der Implantatlänge bis auf 1 bis 2 cm an den Sinusboden heran die systemspezifischen Osteotome Nr. 1, 2 und 3 in die vorbereitete Osteotomie eingeführt.

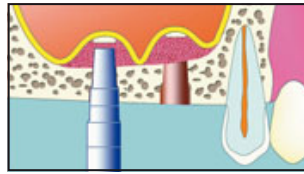


Abb. 1b Sinusbodenelevation mit Osteoplastik und Insertion des abschließenden Osteotoms mit einem chirurgischen Hammer.

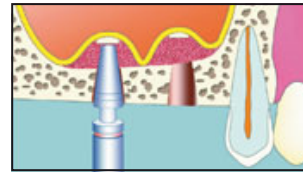


Abb. 1c Mit der Messlehre wurde die endgültige Form und Größe des Implantatbetts bestimmt.

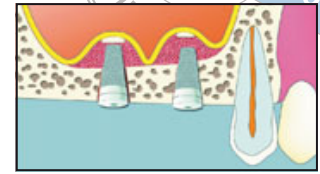


Abb. 1d Die Implantate wurden gesetzt und durch leichtes Klopfen mit einem chirurgischen Hammer platziert.

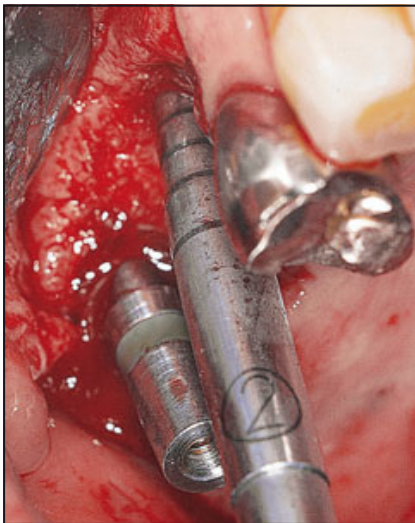


Abb. 2 (links) In der Position des oberen rechten zweiten Molars wurde nach Abschluss des Sinuslifts eine Messlehre eingebracht. Dann wurde das abschließende Osteotom zur Elevation des Sinusbodens in der Position des angrenzenden ersten Molars eingeführt.

Abb. 3 (unten) Röntgenaufnahme bei Studienbeginn (a) und nach einer Belastungszeit von 8 Jahren (b). Die Alveolarkammhöhe blieb im Verlauf der 8 Jahre unverändert.

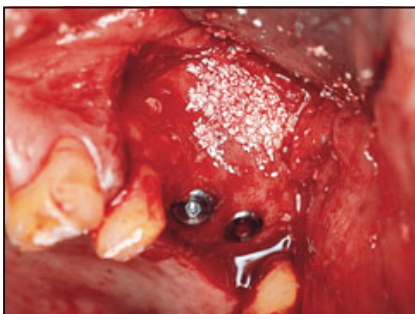
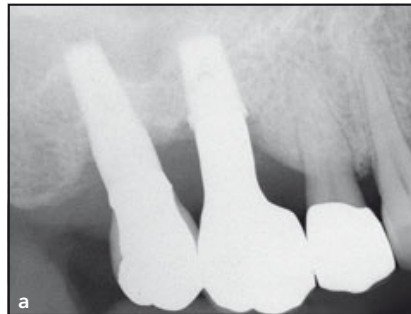


Abb. 4 Der Sinuslift mit lateralem Fenster wurde bei einer Knochenhöhe < 3 mm durchgeführt. Die Sinusmembran wurde eleviert und das Knochentransplantat über das laterale Fenster eingebracht. Die Implantate wurden im Rahmen der Transplantation gesetzt.

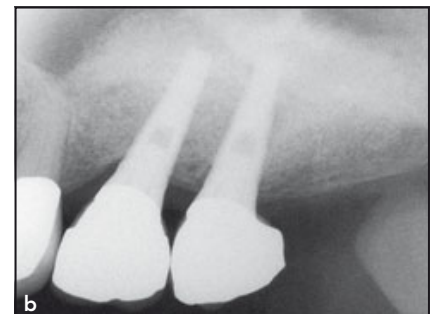
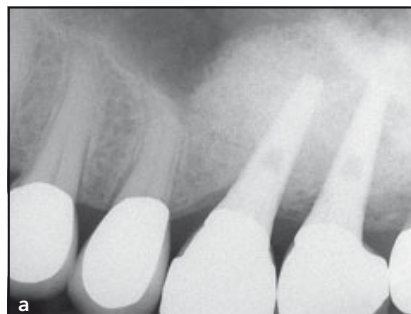


Abb. 5 Röntgenaufnahme bei Studienbeginn (a) und nach einer Belastungszeit von 8 Jahren (b). Die Alveolarkammhöhe blieb im Verlauf der 8 Jahre unverändert.

Tabelle 1		Lebenszeitanalyse		
Zeit in Funktion (Monate)	Implantate zu Beginn (n)	Implantatverluste (n)	Miss-erfolgsrate (%)	Kumulative Überlebensrate (%)
0-12	92	1	1,1	98,9
13-24	91	3	3,3	95,7
25-36	86	2	2,3	93,5
37-48	83	2	2,4	91,3
49-60	78	0	0	91,3
61-72	65	0	0	91,3
73-84	47	0	0	91,3
85-96	27	0	0	91,3
97-108	14	0	0	91,3

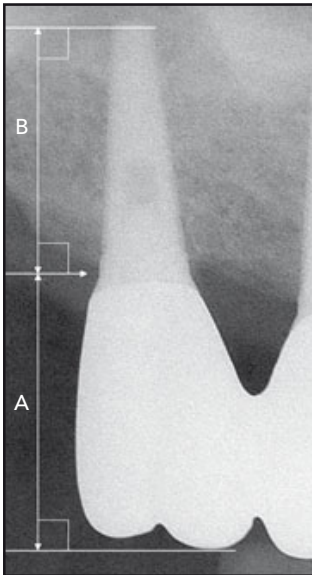


Abb. 6 Abstand A entspricht der klinischen Krone, Abstand B der Implantatlänge.

anhand des C/I-Verhältnisses sechs Gruppen gebildet: < 1,0, 1,0 bis 1,4, 1,5 bis 1,9, 2 bis 2,4, 2,5 bis 3,0 und > 3,0. Die statistische Auswertung wurde mit SPSS Windows Version 14.0 (SPSS) und dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Das statistische Signifikanzniveau war auf $p < 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 92 Implantate während der Augmentation im oberen Seitenzahnbereich gesetzt. Während des ersten Jahres mit funktioneller Belastung betrug die Überlebensrate der Implantate 98,9 % (ein Implantatverlust), während die kumulative Überlebensrate während der Belastungszeit von vier Jahren 91,3 % erreichte (acht Implantatmissefolge). Nach diesem Zeitraum gingen keine weiteren Implantate verloren, sodass die kumulative Überlebensrate über den Belastungszeitraum von bis zu neun Jahren 91,3 % betrug (Mittelwert: 72,8 Monate; Bereich: 11 bis 108 Monate; Tabelle 1). Fünf der acht verloren gegangenen Implantate waren im Rahmen einer BAOSFE gesetzt worden, die anderen drei im Rahmen eines Sinuslifts mit lateralem Fenster. Alle verloren gegangenen Implantate wurden nach dreimonatiger Heilung durch neue Implantate, die gut funktionierten, ersetzt. Bezogen auf die Position der Implantate unterschied sich ihre Überlebensrate nicht signifikant ($p = 0,24$; Tabelle 2), wohl aber bezogen auf ihren Durchmesser ($p = 0,04$) und ihre Länge ($p = 0,02$; Tabelle 3). Implantate mit einer Länge von 12 mm versagten deutlich häufiger als Implantate mit einer Länge

von 9 mm ($p = 0,02$). Außerdem war die Überlebensrate von Implantaten mit einem Durchmesser von 4,1 mm mit 97,5 % deutlich höher als die von Implantaten mit einem Durchmesser von 5 mm mit 84,2 % ($p = 0,04$)

Für die Art der Versorgung ($p = 0,65$) und das Kronen-Implantat-Verhältnis ($p = 0,90$; Tabelle 4 und 5) konnte kein statistisch signifikanter Einfluss auf das Implantatüberleben festgestellt werden. Der durchschnittliche krestale Knochenverlust betrug nach einem Jahr 0,68 mm und bei der Abschlussuntersuchung 1,13 mm (Tabelle 6).

Diskussion

Nachdem Brånemark das Konzept der Osseointegration eingeführt hatte, wurden klinisch oft Implantate mit maschinierter, glatter Oberfläche eingesetzt, die jedoch bei schlechter Knochenqualität häufig zu einem Misserfolg wurden^{13,14}. Engquist et al. ermittelten für Brånemark-Implantate in Typ-IV-Knochen eine Erfolgsrate von 74 %¹³. Johns et al. wiesen darauf hin, dass die Misserfolgsrate der Brånemark-Implantate bei einer Restauration mit Deckprothesen bei 50 % liegt¹⁴. Für Implantate mit poröser Oberfläche wurde im oberen Seitenzahnbereich eine vorhersagbare Erfolgsrate beschrieben^{9,10}. Die dreidimensionale Porosität der Oberfläche erhöht durch das Einwachsen von Knochen die Osseointegration⁸. Auf diese Weise wird bei Implantaten im Unterkiefer bereits nach 10 Wochen, bei Implantaten im Oberkiefer nach 16 Wochen eine Osseointegration erreicht¹⁵. Diese Strukturen können der Okklusalbelastung widerstehen, wenn sie gleichmäßig verteilt ist⁹. Deporter et al. ermittelten bei 50 teilbezahnten Patienten, bei denen insgesamt 151 Implantate mit poröser Oberfläche in den Oberkiefer gesetzt wurden, bei einer mittleren funktio-

nellen Belastung über 34,6 Monate eine kumulative Implantatüberlebensrate von 97,3 %¹⁶. In der hier vorgestellten Studie wurden insgesamt 92 Implantate in den augmentierten oberen Seitenzahnbereich gesetzt. Über einen Belastungszeitraum von vier Jahren betrug die kumulative Überlebensrate der Implantate 91,3 % (acht Implantatmisserfolge). Da anschließend keine weiteren Implantate mehr verloren gingen, entspricht dieser Wert der Überlebensrate der zuvor erwähnten Studie¹⁶. Außerdem wirkte sich die Position der Implantate statistisch nicht signifikant auf die Überlebensrate aus ($p = 0,24$). Diese Ergebnisse zeigen, dass Implantate mit poröser Oberfläche im oberen Seitenzahnbereich trotz schlechter Knochenqualität unabhängig von ihrer Position eine gute Überlebensrate erreichen können.

Der Einfluss der Implantatlänge auf die Überlebensrate wird kontrovers beurteilt. Für Implantate mit einer Länge unter 10,0 mm im Unterkiefer oder unter 13,0 mm im Oberkiefer besteht ein erhöhtes Misserfolgsrisiko¹⁷. Bahat et al. stellten fest, dass die meisten verloren gegangenen Bränemark-Implantate eine Länge von 7,0 mm besaßen (9,5 % Misserfolgsrate)¹. Wyatt und Zarb ermittelten für Bränemark-Implantate mit einer Länge von 7,0 mm eine Misserfolgsrate von 25 %¹⁸. Artzi et al. untersuchten die Überlebensraten von 248 Hydroxylapatit-beschichteten Implantaten nach 10 Jahren und ermittelten bei einer Länge von 13,0 mm eine Überlebensrate von 97,9 %, bei 15,0 mm von 96,5 %, bei 10,0 mm von 88,2 % und bei 8,0 mm von 75 %. Somit war die Überlebensrate umso geringer, je kürzer ein Implantat war¹⁹. Buser et al. wiederum zeigten bei der Betrachtung der kumulativen Überlebensraten von 2359 TPS-Implantaten (Titan-Plasma-Sprayed) nach acht Jahren keine statistisch signifikanten Unterschiede der Überlebensrate in

Tabelle 2 Überlebensrate abhängig von Implantatposition und Zahntyp

Implantatposition	Implantatüberleben (Verlust)	Überlebensrate (%)
Erste Prämolaren	6 (2)	75,0
Zweite Prämolaren	11 (1)	91,7
Erste Molaren	37 (3)	92,5
Zweite Molaren	30 (2)	93,8
Gesamt	84 (8)	91,3

Tabelle 3 Überlebensrate abhängig von Implantatlänge und -durchmesser

Länge x Durchmesser (mm)	Implantatüberleben (Verlust)	Überlebensrate (%)
7,0 × 4,1	1 (0)	100
9,0 × 4,1	28 (1)	96,6
12,0 × 4,1	24 (1)	96
7,0 × 5,0	8 (3)	72,7
9,0 × 5,0	11 (0)	100
12,0 × 5,0	12 (3)	80
Gesamt	84 (8)	91,3

Tabelle 4 Überlebensrate abhängig von der Art der Restauration (verblockt oder nicht verblockt)

	Implantatüberleben	Implantatverlust	Überlebensrate (%)
Nicht verblockt	15	2	88,2
Verblockt	69	6	92,0

Tabelle 5 Überlebensrate abhängig vom C/I-Verhältnis

C/I-Verhältnis	Implantatüberleben (Verlust)	Überlebensrate (%)
< 1	3 (0)	100
1,0–1,4	29 (3)	90,6
1,5–1,9	35 (3)	92,1
2,0–2,4	10 (2)	83,3
2,5–2,9	4 (0)	100
≥ 3	3 (0)	100

Tabelle 6 Radiologische Befunde der Alveolarkammatrophy nach einem Jahr und bei der Abschlussuntersuchung der Implantate in Funktion

Zeit (Monate)	Implantate (n)	Mittlere Alveolarkammatrophy (mm)	Standardabweichung (mm)
0–12	91	0,68	0,19
Abschlussuntersuchung (Mittelwert: 68,3)	84	1,13	0,85

Abhängigkeit von der Implantatlänge²⁰. Fugazzotto et al. errechneten bei der Untersuchung von 987 Straumann-Implantaten mit einer Länge < 9,0 mm im unbezahnten oberen Seitenbereich nach einer funktionellen Belastung von bis zu 84 Monaten (Mittelwert: 29,3 Monate) eine kumulative Erfolgsrate von 95,1 %²¹. In der vorliegenden Studie betrug die kumulative Überlebensrate der 92 Implantate mit einer mittleren Länge von 10 mm 91,3 %. Dabei war die Überlebensrate bei einer Länge von 9,0 mm mit 98,4 % höher als bei einer Länge von 12,0 mm (94 %). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,02$). Deporter et al. erreichten mit Implantaten mit poröser Oberfläche und einer Länge von 7,0 mm zufriedenstellende Ergebnisse⁹. Dieselben Autoren berichteten vor Kurzem in einer Multicenter-Studie über Erfolge mit ultrakurzen (5,0 mm) Implantaten mit poröser Oberfläche¹⁰.

Die Effektivität von Implantaten mit großem Durchmesser (5,0 mm) wurde kontrovers beurteilt. Ivanoff und Kollegen ermittelten für Implantate mit einem Durchmesser von 4,0 mm und 5,0 mm die schlechtesten Überlebensraten²², während in anderen Studien für Implantate mit großem

Durchmesser gute Erfolgsraten belegt sind^{23,24}. In der vorliegenden Studie war die Überlebensrate für Implantate mit einem Durchmesser von 4,1 mm höher (97,5 %) als für Implantate mit einem Durchmesser von 5,0 mm (84,2 %). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,04$). Allgemein erreichen Implantate mit einem großen Durchmesser wegen ihrer größeren Oberfläche eine bessere Osseointegration. Allerdings überraschten unsere Ergebnisse wegen des Operationstraumas bei der Osteotomie und Inaktivitätsatrophie²⁵. Offenbar zeigten schmalere und längere Implantate mit poröser Oberfläche günstige und vorhersagbare Ergebnisse. In vielen Studien wurden für Einzelimplantate im Oberkiefer Erfolgs- und Überlebensraten von 48,8 bis 100 % festgestellt^{26–32}. MacDonald et al. wiesen für Implantate mit poröser Oberfläche im Oberkiefer, die mit einer Einzelkrone versorgt wurden, eine Erfolgsrate von 92,9 % nach³³. Außerdem berichteten Deporter et al., dass beim Restaurationsdesign verblockte bzw. nicht verblockte Einheiten keinen Einfluss auf die krestale Knochenhöhe haben¹⁶. In der vorliegenden Studie wirkte sich die Art der Versorgung

ähnlich wie in der Untersuchung von Deporter et al.¹⁶ nicht auf die Überlebensrate der Implantate im oberen Seitenzahnbereich aus.

Bei der Einführung von Brånemark-Implantaten wurde ein kleines C/I-Verhältnis vorausgesetzt, da lange Implantate erforderlich sind, um eine Überlastung des krestalen Knochens zu verhindern^{34,35}. Allerdings fand sich in der vorliegenden Studie kein statistisch signifikanter Unterschied des C/I-Verhältnisses ($p = 0,90$). Gemäß der vorliegenden Studie können Implantate mit poröser Oberfläche im Gegensatz zu Implantaten mit maschinierter, glatter Oberfläche auch bei einem ungünstigen C/I-Verhältnis im oberen Seitenzahnbereich gesetzt werden. Die Implantate mit poröser Oberfläche zeigten nach einer Belastungszeit von neun Jahren zufriedenstellende Ergebnisse im teilbezahnten oberen Seitenbereich. In dieser Studie wurden alle Implantate unabhängig von der Knochenhöhe simultan mit der Augmentation gesetzt. Da konische zylindrische Implantate beim Setzen in den Knochen einen Keileffekt aufweisen, waren alle Implantate in der reduzierten Knochenhöhe initial stabil.

Schlussfolgerungen

Im begrenzten Rahmen dieser Studie erreichten alle Implantate, die während der Augmentation im oberen Seitenzahnbereich gesetzt wurden, unabhängig von ihrer Position, ihrer Länge und ihrem Durchmesser, vom C/I-Verhältnis und von der Art der Restauration eine vorhersagbare Überlebensrate.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Bahat O. Treatment planning and placement of implants in the posterior maxillae: Report of 732 consecutive Nobelpharma implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:151–161.
2. Scurria MS, Morgan V, Guckes AD, Li S, Koch G. Prognostic variables associated with implant failure: A retrospective effectiveness study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:400–406.
3. Esposito M, Hirsch J-M, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. II. Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721–764.
4. Taylor TD, Agar JR, Vogiatzi T. Implant prosthodontics: Current perspective and future directions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:66–75.
5. Cook SD, Kay JF, Thomas KA, Jarcho M. Interface mechanics and histology of titanium and hydroxyapatite-coated titanium for dental implant applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:15–22.
6. Pilliar RM. Overview of surface variability of metallic endosseous dental implants: Textured and porous surface-structured designs. *Implant Dent* 1998;7:305–314.
7. Cochran DL, Buser D, Bruggenkatte CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: Early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144–153.
8. Deporter DA, Watson PA, Pilliar RM, Chipman M, Valiquette N. A histological comparison in the dog of porous-coated vs. threaded dental implants. *J Dent Res* 1990;69:1138–1145.
9. Deporter DA, Caudry S, Kermalli J, Adegbembo A. Further data on the predictability of the indirect sinus elevation procedure used with short, sintered, porous-surfaced dental implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:585–593.
10. Deporter D, Ogiso B, Sohn DS, Ruljancich K, Pharoah M. Ultrashort sintered porous-surfaced dental implants used to replace posterior teeth. *J Periodontol* 2008;79:1280–1286.
11. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11–25.
12. Roos J, Sennerby L, Lekholm U, Jemt T, Gröndahl K, Albrektsson T. A qualitative and quantitative method for evaluating implant success: A 5-year retrospective analysis of the Brånemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:504–514.
13. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:129–134.
14. Johns RB, Jemt T, Heath MR, et al. A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:513–522.
15. Deporter DA, Watson PA, Pilliar RM, et al. A prospective clinical study in humans of an endosseous dental implant partially covered with a powder-sintered porous coating: 3- to 4-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:87–95.
16. Deporter D, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Pilliar RM, Tomlinson G. A prospective human clinical trial of Endopore dental implants in restoring the partially edentulous maxilla using fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:527–536.
17. Van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, et al. The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: A prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:272–281.
18. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204–211.
19. Artzi Z, Crmeli G, Kozlovsky A. A distinguishable observation between survival and success rate outcome of hydroxyapatite-coated implants in 5–10 years in function. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:85–93.
20. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI Implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study of 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161–172.
21. Fugazzotto PA, Beagal JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: Preliminary results 0 to 84 months in function: A retrospective study. *J Periodontol* 2004;75:327–332.
22. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Sennerby L, Bergström C, Lekholm U. Influence of variations in implant diameters: A 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:173–180.
23. Mordenfeld MH, Johansson A, Hedin M, Billström C, Fyrberg KA. A retrospective clinical study of wide-diameter implants used in posterior edentulous areas. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:387–392.
24. Degidi M, Piattelli A, Iezzi G, Carinci F. Wide-diameter implants: Analysis of clinical outcome of 304 fixtures. *J Periodontol* 2007;78:52–58.
25. Pilliar RM, Cameron HU, Binnington AG, Szivek J, Macnab I. Bone ingrowth and stress shielding with a porous surface coated fracture fixation plate. *J Biomed Mater Res* 1979;13:799–810.
26. Palmer RM, Palmer PJ, Smith BJ. A 5-year prospective study of Astra single tooth implant. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:179–182.
27. Romeo E, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism: Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:133–143.
28. Gotfredsen K. A 5-year prospective study of single-tooth replacements supported by the Astra Tech implant: A pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:1–8.
29. Henry PJ, Laney WR, Jemt T, et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5 year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:450–455.
30. Wennstrom JL, Ekestrubbe A, Gröndahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restoration: A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005;32:567–574.
31. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: (I) Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106:527–551.
32. Astrand P, Engquist B, Anzen B, et al. A three-year follow-up report of a comparative study of ITI Dental Implants and Brånemark System implants in the treatment of the partially edentulous maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:130–141.
33. MacDonald K, Pharoah M, Todescan R, Deporter D. Use of sintered porous-surfaced dental implants to restore single teeth in the maxilla: A 7- to 9-year follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:191–199.
34. Weiss CM, Weiss A. Principles and Practice of Implant Dentistry. St Louis, MO: Mosby, 2001:36–37.
35. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry. St Louis, MO: Mosby, 1999:338–339.