

Veränderungen der Hart- und Weichgewebe nach transmukosaler Sofortimplantation von Implantaten mit Laser-Lok-Hals: Eine prospektive Studie über sechs Monate mit Zweitoperation



Vincenzo Iorio-Siciliano, DDS, PhD¹/Giuseppe Marzo, MD, DDS²
Andrea Blasi, MD, DDS¹/Carlo Cafiero, MD, DDS, PhD³
Michele Mignogna, MD, DDS⁴/Michele Nicolò, MD, DDS⁵

Histologische und klinische Studien bestätigen, dass Implantate mit Laser-Lok-Mikrorillen am Hals das Attachment von Bindegewebsfasern fördern und die Sondierungstiefe sowie den periimplantären Knochenverlust besser reduzieren als Implantate mit maschinierem Hals. In der hier vorgestellten prospektiven Studie wurden die Dimensionsveränderungen des Alveolarkamms nach der Sofortimplantation eines transmukosalen Implantats mit Laser-Lok-Hals mit gleichzeitiger Knochenregeneration untersucht. Dazu wurden 13 Sofortimplantate in die Extraktionsalveolen einwurzeliger Zähne gesetzt. Die periimplantären Defekte wurden mit bovinen Xenografts und resorbierbaren Kollagenmembranen behandelt. Bei der Zweitoperation nach sechs Monaten hatte der Laser-Lok-Implantathals bessere Bedingungen für den Ansatz der Hart- und Weichgewebe geschaffen und die Alveolarkammatrophy reduziert. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 517–525.)

Es gibt mittlerweile Belege dafür, dass eine Sofortimplantation die vertikale und horizontale Alveolarkammresorption nicht verhindern kann und dass die Kombination mit einer gesteuerten Knochenregeneration (GBR) zwar die horizontale Resorption reduziert, die vertikale Resorption der bukkalen Knochenwand jedoch nicht verhindert¹. Trotzdem wurden vor Kurzem Verfahren entwickelt, um mittels Tissue Engineering den Umbau des Alveolarkamms zu verhindern und seine Originalform zu erhalten. In einem dieser Verfahren² werden Laser-mikrotexturierte Implantatoberflächen mit Mikrorillen von 8 und 12 µm verwendet. In Studien an Zellkulturen kam es zum Attachment von Osteoblasten und Fibroblasten an derartigen Oberflächen^{3,4}. In anderen Studien wurde an Laser-Lok-Implantaten (BioHorizons) in nativem Knochen und frischen Extraktionsalveolen histologisch ein mechanisches Attachment von Bindegewebsfasern nachgewiesen⁵. Diese Art des Attachments unterscheidet sich deutlich von demjenigen, das üblicherweise an Implantaten beobachtet wird^{6,7}. Am Laser-Lok-Implantat bestimmt der Verlauf der Mikrorillen die Ausrichtung der Bindegewebsfasern, die rechtwinklig zur Implantatoberfläche anwachsen. Das so entstehende Bindegewebsiegel verhindert die

¹ Außerordentlicher Professor, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, Department of Periodontology, University of Naples Federico II, Neapel, Italien.

² Professor, Department of Health Sciences, University of L'Aquila, L'Aquila, Italien.

³ Außerplanmäßiger und außerordentlicher Professor, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples Federico II, Neapel, Italien.

⁴ Professor, Außerordentlicher Professor, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples Federico II, Neapel, Italien.

⁵ Außerordentlicher Professor, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples Federico II, Neapel, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Vincenzo Iorio-Siciliano, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples Federico II, via Sergio Pansini, 5 80131 Neapel, Italien. E-Mail: enzois@libero.it

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

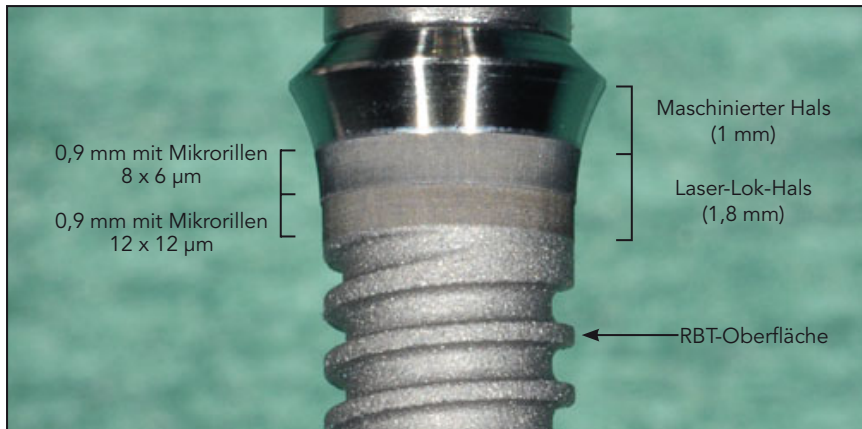


Abb. 1 Single-Stage-Implantat mit Tricalciumphosphat-RBT-Oberfläche, einer Länge von 12 mm, einem enossalen Durchmesser von 4 mm, einem Schulterdurchmesser von 5 mm und einer Halshöhe von 2,8 mm (1 mm maschinierter Oberfläche, 0,9 mm mit Mikrorillen 8 x 6 µm und 0,9 mm mit Mikrorillen 12 x 12 µm).

Apikalwanderung gingivaler Epithelzellen und Fibroblasten². Ein mikrotexturierter Implantathals mit Rillen im Abstand von 8 und 12 µm dürfte ein stabileres koronales faserknorpeliges Attachment erzeugen und vermutlich auch die negativen Folgen des krestalen Knochenumbaus abschwächen oder verhindern. In der vorliegenden Studie wurde nach einer Einheilungszeit von sechs Monaten untersucht, ob das transmukosale Sofortimplantat mit Laser-Lok-Hals bei einer gleichzeitigen regenerativen Behandlung einen Einfluss auf den Umbau des Alveolarkamms nach der Zahnextraktion hat. Außerdem wurde ermittelt, inwiefern sich die Dimensionen der Alveolenwände änderten.

Material und Methode

Studiendesign

Diese prospektive Studie umfasste eine Zweitoperation sechs Monate nach der Zahnextraktion mit transmukosaler Sofortimplantation. Verwendet wurden Titanimplantate (Single-Stage Implant System, BioHorizons) mit einem Tricalciumphosphat-RBT-Körper (Resorbable Blast Texture), einer Länge von 12 mm, einem enossalen Durchmesser von 4 mm und einem Schulterdurchmesser von 5 mm, die sofort nach der Extraktion in die Alveolen einwurzeliger Zähne gesetzt wurden. Der Implantathals besteht aus 1 mm maschinierter Oberfläche, 0,9 mm

mit Mikrorillen 8 x 6 µm (am Bindegewebe) und 0,9 mm mit Mikrorillen 12 x 12 µm (am Knochen; Abb. 1). Die periimplantären Randdefekte wurden mittels GBR mit bovinem Xenograft (Laddec, BioHorizons) und resorbierbaren Kollagenmembranen (Mem-Lok, BioHorizons) behandelt.

Studienteilnehmer

Die 13 Patienten erhielten insgesamt 13 BioHorizons-System-Implantate. Alle Patienten wurden in der Praxis von VIS in Neapel, Italien, aufgenommen. Es galten folgende Einschlusskriterien: Alter mindestens 18 Jahre, Indikation zur Extraktion eines einwurzeligen Zahns im Ober-



Abb. 2 (links) Klinischer Befund eines frakturierten oberen zweiten Prämolaren.



Abb. 3 (rechts) Klinischer Befund einer Extraktionsalveole und Wurzelentfernung ohne Schädigung der bukkalen und palatinalen Knochenwände.

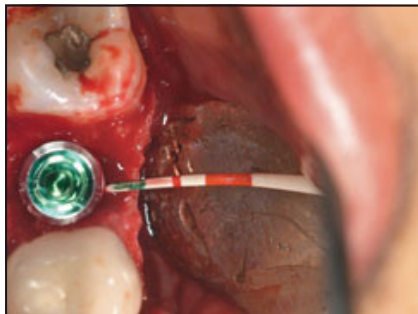


Abb. 4 Okklusale Ansicht nach dem Setzen eines Single-Stage-Sofortimplantats. Der periimplantäre Randdefekt ist bukkal deutlicher ausgeprägt.



Abb. 5 Klinischer Befund nach dem Auffüllen der periimplantären Defekte mit Xenograft-Partikeln (Laddec).

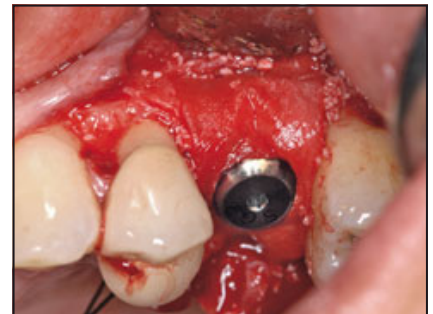


Abb. 6 Klinischer Befund nach Anpassen der resorbierbaren Kollagenmembran am Implantat (Mem-Lok).

oder Unterkiefer wegen eines endodontischen Misserfolgs, Karies oder Wurzelfraktur, Integrität der Wände der Extraktionsalveole, ausreichendes Knochenangebot für eine Primärstabilität des Implantats, mesial und distal an die Extraktionsalveole angrenzende Zähne, Full-Mouth Plaque-Score (FMPS) und Full-Mouth Bleeding-Score (FMBS) maximal 25 % bei Studienbeginn und mindestens 2 mm keratinisiertes Gewebe für eine Lappenoperation. Ausschlusskriterien waren eine relevante medizinische Erkrankung mit Kontraindikationen gegen eine Operation, Schwangerschaft oder Stillzeit, Zigarettenrauchen und parodontale Erkrankungen. Die Patienten gaben schriftlich ihre Einwilligung nach Information. Die Studie wurde gemäß der Grundsät-

ze der Deklaration von Helsinki über Studien am Menschen durchgeführt.

Klinische Parameter

Bei Studienbeginn wurden an jedem Zahn an sechs Punkten (distobukkal, bukkal, mesiobukkal, mesiolingual, lingual, distolingual) mit einer Parodontalsonde (PerioWise farbkodierte Sonde, Premier) und einer Kraft von 0,3 N der FMPS⁸ und der FMBS⁹ gemessen.

Chirurgisches Vorgehen

Nach der Mobilisierung eines Mukoperiostlappens, der auch den mesia-

len und distalen Zahn umfasste, wurden gleichzeitig die Zahnextraktion und Implantation durchgeführt (Abb. 2 und 3). Die Präparation des Implantatbetts erfolgte gemäß der Herstellervorgaben. Die Implantate mit Laser-Lok-Hals (0,9-mm-Bereich mit 8x6-µm-Mikrorillen und 0,9-mm-Bereich mit 12x12-µm-Mikrorillen) wurden subkrestal gesetzt, sodass das apikale Ende des maschinieren Halses (d. h. 1 mm) auf Höhe des Alveolarkamms lag. Im apikalen Anteil der frischen Extraktionsalveole wurde die Primärstabilität erreicht (Abb. 4). Die Randdefekte zwischen dem Implantat und den Innenwänden der Extraktionsalveole wurden mit bovinem Xenograft-Granulat mit einer mittleren Partikelgröße von 600 µm (Bereich: 200 bis 1000 µm;

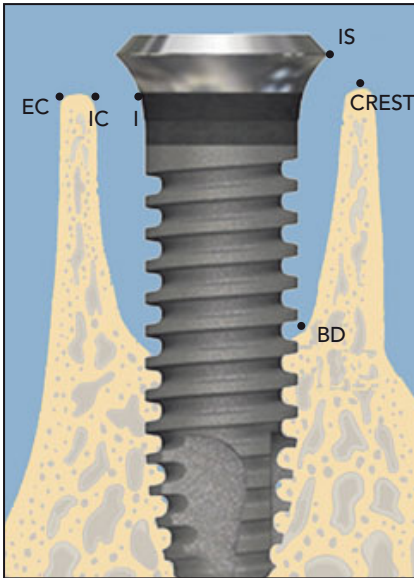


Abb. 7 (links) Bukklinguale schematische Darstellung der intraoperativen Messungen: IS-BD, IS-CREST, CREST-BD, EC-I, IC-I.

Abb. 8 (rechts) Okklusaler Befund des periimplantären Weichgewebes nach sechsmonatiger Heilung und vor der Zweitoperation.

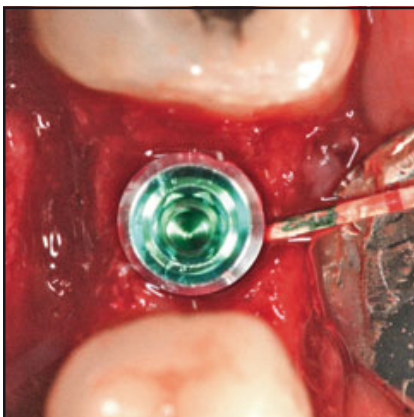
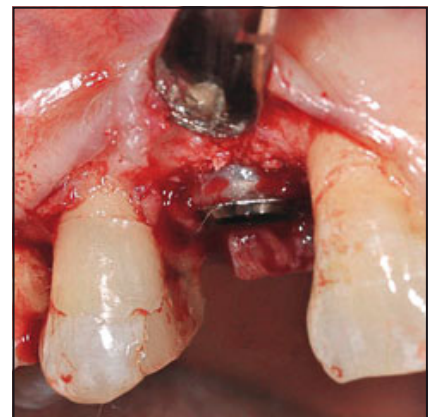


Abb. 9 (links) Okklusaler Befund nach der Zweitoperation. Es besteht eine horizontale bukkale und palatinale Knochenresorption.

Abb. 10 (rechts) Nach der Zweitoperation ist Bindegewebe am Laser-Lok-Hals zu erkennen.



Laddec) aufgefüllt (Abb. 5) und mit einer getrimmten Kollagenmembran (Mem-Lok), die bündig am Implantat Hals abschloss, bedeckt (Abb. 6). Die Membran überragte die Außenränder des Knochendefekts um 3 bis 4 mm. Nach dem Aufsetzen einer Einheilkappe wurden der bukkale und der orale Lappen zurückgeschoben und spannungsfrei mit nicht resorbierbarem Monofilament an der Einheilkappe geschlossen, um eine transmukosale Wundheilung zu erreichen.

Intraoperative Messungen

Nach der Implantation und vor Beginn der regenerativen Maßnahmen wurden an vier Seiten des Implantats (mesial, bukkal, distal und lingual) bis auf den nächsten Millimeter genau folgende Messungen durchgeführt: Abstand zwischen Implantatschulter (IS) und Knochendefekt (BD), Abstand zwischen IS und dem koronalsten Punkt des Alveolarkamms (CREST), Abstand zwischen CREST und BD, Abstand zwischen dem Außenrand der Alveolenwand auf Höhe

des Alveolarkamms (EC) und der Implantatoberfläche (I) sowie Abstand zwischen der Innenseite der Alveolenwand auf Höhe des Alveolarkamms (IC) und I (Abb. 7).

Postoperative Anweisungen und Infektionskontrolle

Postoperativ auftretende Schmerzen und Ödembildungen wurden mit Ibuprofen (z. B. 600 mg unmittelbar postoperativ und dann nach vier

Stunden) behandelt. Zur Prävention von Wundinfektionen erhielten alle Patienten systemisch Antibiotika (z. B. Amoxicillin + Clavulansäure 2 x 1 g/d für sieben Tage). Die Patienten spülten den Mund in den ersten beiden Wochen postoperativ zweimal täglich mit 0,12 % Chlorhexidindigluconat.

Zweitoperation

Nach einer Einheilungszeit von sechs Monaten (Abb. 8) wurde eine Zweitoperation durchgeführt und die marginalen Implantatanteile durch die Mobilisation von Vollschichtlappen freigelegt. Anschließend wurden erneut an vier Stellen je Implantat die Abstände IS-BD, IS-CREST, CREST-BD, EC-I und IC-I gemessen (Abb. 9 und 10). Danach wurden die Mukoperiostlappen an der Einheilkappe vernäht.

Einsetzen der Einzelkronen

Alle Implantate blieben bis zur Zweitoperation unbelastet und wurden vier Wochen nach der Zweitoperation mit einer provisorischen Kunststoffkrone versorgt. Nach 30 Tagen wurde das Provisorium entfernt und eine Metallkeramikkrone zementiert.

Statistische Auswertung

Die Daten der Studienteilnehmer sind als deskriptive Statistik (Mittelwert ± Standardabweichung) angegeben. Bis auf FMPS und FMBS, die in Prozent angegeben werden, haben alle Variablen die Einheit Millimeter. Die Unterschiede innerhalb einer Gruppe zu Beginn und bei der Zweitoperation nach sechs Monaten wurden mit dem t-Test für paarige Stichproben untersucht. Ein $p < 0,05$

Tabelle 1		Teilnehmende Patienten		
Patient Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Mittlerer FMPS (%)	Mittlerer FMBS (%)
1	Mann	45	20	19
2	Frau	37	21	18
3	Mann	27	22	21
4	Mann	56	19	18
5	Mann	51	20	20
6	Frau	43	21	21
7	Mann	32	18	19
8	Frau	48	18	18
9	Mann	34	21	20
10	Frau	44	21	20
11	Mann	45	20	19
12	Frau	56	19	18
13	Frau	31	22	21
Mittelwert ± SA		42,23 ± 9,43	20,15 ± 1,34	19,38 ± 1,19

SA = Standardabweichung.

Tabelle 2		Implantatposition und Grund für die Zahnextraktion
Patient Nr.	Implantatposition*	Grund für die Zahnextraktion
1	24	Fraktur
2	14	Fraktur
3	14	Fraktur
4	35	Karies
5	15	Karies
6	35	Fraktur
7	15	Fraktur
8	12	Fraktur
9	24	Karies
10	25	Fraktur
11	34	Fraktur
12	15	Fraktur
13	45	Fraktur

*FDI-Zahnschema.



Abb. 11 Veränderungen der intraoperativen Messwerte an vier Stellen je Implantat zwischen Studienbeginn und Zweitoperation nach 6 Monaten. Ein p-Wert < 0,05 galt als statistisch signifikant.

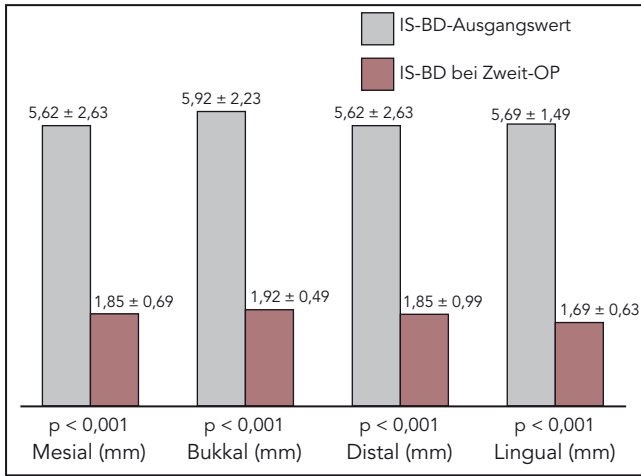


Abb. 11a Vertikaler Abstand zwischen Implantatschulter (IS) und Boden des Knochendefekts (BD).

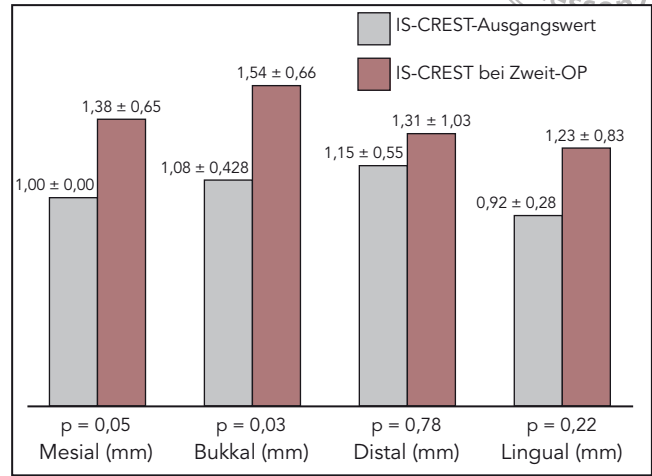


Abb. 11b Vertikaler Abstand zwischen der Implantatschulter (IS) und dem koronalsten Punkt des Alveolarkamms (CREST).

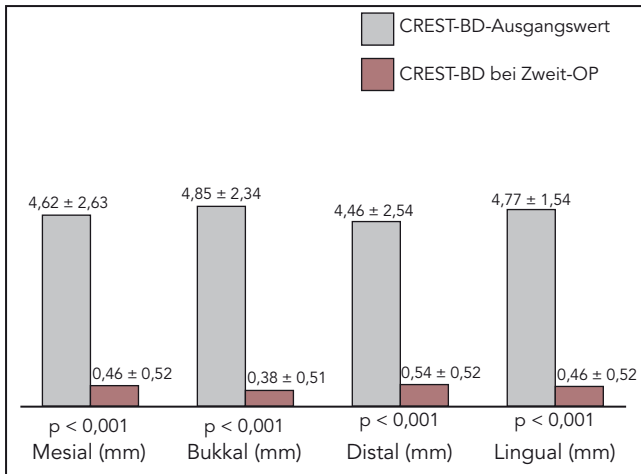


Abb. 11c Vertikaler Abstand zwischen dem koronalsten Punkt des Alveolarkamms (CREST) und dem Boden des Knochendefekts (BD).

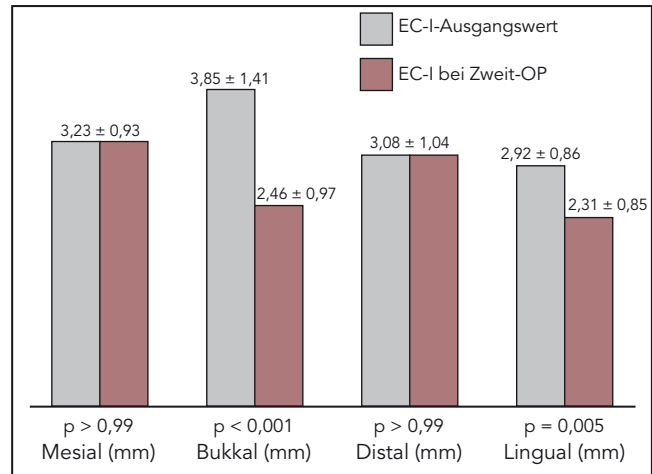


Abb. 11d Horizontale Breite von der Außenseite der Alveolenwand auf Höhe des Alveolarkamms (EC) bis zur Implantatoberfläche (I).

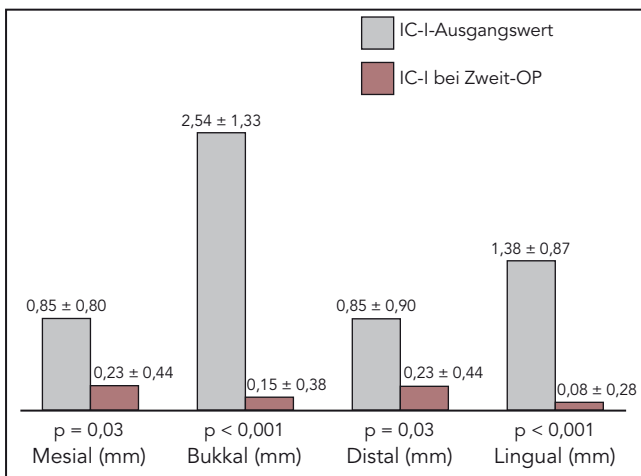


Abb. 11e Horizontale Breite von der Innenseite der Alveolenwand auf Höhe des Alveolarkamms (IC) bis zur Implantatoberfläche (I).

Tabelle 3 Defektfüllung und Knochenresorption (Mittelwert ± SA) an vier Punkten je Implantat bei der Zweitoperation nach sechs Monaten

Parameter	Mesial	Bukkal	Distal	Lingual
Vertikale Defektfüllung (mm)	3,77 ± 2,45	4,00 ± 2,35	3,85 ± 2,54	4,00 ± 1,78
Vertikale Knochenresorption (mm)	0,38 ± 0,65	0,46 ± 0,66	0,15 ± 0,90	0,31 ± 0,85
Vertikale Defektfüllung (%)	55,79 ± 28,92	68,77 ± 23,59	57,27 ± 30,78	67,03 ± 17,86
Vertikale Knochenresorption (%)	7,51 ± 14,51	9,43 ± 16,54	1,15 ± 19,21	6,68 ± 17,76
Horizontale Defektfüllung (mm)	0,62 ± 0,87	2,38 ± 1,19	0,62 ± 0,87	1,31 ± 0,85
Horizontale Knochenresorption (mm)	0,00 ± 0,00	1,38 ± 1,12	0,00 ± 0,00	0,62 ± 0,65
Horizontale Defektfüllung (%)	76,92 ± 43,85	96,15 ± 9,39	80,77 ± 38,40	96,15 ± 13,87
Horizontale Knochenresorption (%)	0,00 ± 0,00	32,18 ± 22,66	0,00 ± 0,00	20,51 ± 21,41

SA = Standardabweichung.

galt für Unterschiede als statistisch signifikant. Die Datenauswertung erfolgte mit einem Statistikprogramm (NCSS-PASS, Number Cruncher Statistical Systems).

Ergebnisse

Demografische Daten

Die Merkmale der teilnehmenden Patienten bei Studienbeginn sind in Tabelle 1 zusammengetragen. Insgesamt erfüllten 13 Patienten (sieben Männer und sechs Frauen) die Aufnahmekriterien und wurden in die Studie aufgenommen.

Tabelle 2 fasst die Gründe für den Zahnverlust und die Positionen der Sofortimplantate zusammen. Meist (76,9 %) waren die Zähne aufgrund einer Fraktur nicht erhaltungswürdig. Die überwiegende Zahl der Sofortimplantate (92,3 %) wurde in den Bereich der Prämolaren gesetzt.

Operationsergebnisse

Nach sechs Monaten waren alle Implantate erfolgreich osseointegriert, sodass sich eine Überlebensrate von 100 % ergab. Abbildung 11 fasst die mittleren Veränderungen ± Standardabweichung der Abstände an vier Stellen je Implantat (mesial, bukkal, distal und lingual) sowohl vertikal (IS-BD, IS-CREST und CREST-BD) als auch horizontal (EC-I und IC-I) vom Studienbeginn bis zur Zweitoperation nach sechs Monaten zusammen.

Die mittleren vertikalen Abstände IS-BD, CREST-BD und IS-CREST unterschieden sich statistisch signifikant ($p < 0,05$) zwischen Studienbeginn und der Zweitoperation (Abb. 11a bis c).

Für den EC-I in den Interproximalbereichen fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede ($p > 0,99$), während sich der horizontale EC-I-Abstand an der bukkalen und der lingualen Seite zwischen Studienbeginn und der Zweitoperation statistisch si-

gnifikant unterschied ($p < 0,05$) (Abb. 11d). Außerdem veränderte sich der IC-I-Abstand statistisch signifikant ($p < 0,05$) vom Studienbeginn bis zur Zweitoperation (Abb. 11e).

Tabelle 3 fasst die mittleren Veränderungen der vertikalen und horizontalen Dimensionen der Knochenranddefekte zusammen.

Diskussion

In dieser prospektiven Studie über einen Zeitraum von sechs Monaten werden die Dimensionsveränderungen des Alveolarkamms nach transmukosaler Sofortimplantation in Kombination mit einem regenerativen Verfahren betrachtet. In früheren Studien wurde belegt, dass das Setzen eines Sofortimplantats (Typ-I-Implantation¹⁰) die grundsätzlich auftretende bukkolinguale Alveolarkammatrophy nach einem Zahnverlust nicht verhindern kann¹¹⁻¹³. Botticelli und Mitarbeiter¹¹ stellten vier Monate nach

dem Entfernen einzelner Zähne (einwurzelige Zähne im Ober- und Unterkiefer) und einer Sofortimplantation ohne regenerative Behandlung eine deutliche Reduktion der bukkolingualen und apikokoronaren Dimensionen im marginalen Anteil der unbezahnten Bereiche fest. Die Autoren beobachteten nach sechs Monaten eine Reduktion der Alveolarkambbreite bukkal um 56 % und lingual um 30 %. In der vorliegenden Studie fiel die horizontale Alveolarkammreduktion nach sechs Monaten etwas geringer aus (32 % bukkal und 20 % lingual) als in den zuvor erwähnten Studien. Diese Abweichung könnte mit dem Management der periimplantären Randdefekte durch das Knochenersatzmaterial und eine resorbierbare Membran zusammenhängen. Daher könnte in solchen Fällen die Verwendung eines Transplantatmaterials, das von einer resorbierbaren Membran bedeckt ist, das Behandlungsergebnis verbessern. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit den Resultaten von Chen und Mitarbeitern¹⁴. Die Autoren zeigten, dass die horizontale Alveolarkammresorption durch die Kombination eines Knochenersatzmaterials mit einer Kollagenmembran im Vergleich zur Behandlung ohne ein Transplantat eher verhindert wird. Dies gilt jedoch nicht für die vertikale Resorption der bukkalen Knochenwand. In der vorliegenden Studie erreichte die vertikale Alveolarkammresorption mesial $0,38 \pm 0,6$ mm und distal $0,15 \pm 0,9$ mm, während keine horizontale Alveolarkammresorption auftrat. Dieses Phänomen hängt damit zusammen, dass an den angrenzenden Zähnen ein Parodontalligament vorhanden war. In der vorliegenden Studie lag der Apikalrand des maschinieren Halsanteils (1 mm) auf Höhe des Alveolarkamms und der Laser-Lok-Hals ($0,9$ mm mit Mikrorillen von $8 \times 6 \mu\text{m}$ und $0,9$ mm mit Mikrorillen mit $12 \times 12 \mu\text{m}$) subkrestal. Sechs Monate nach der

Zahnextraktion und Sofortimplantation mit begleitendem regenerativem Verfahren endete die bukkale Knochenwand $0,46 \pm 0,66$ mm apikal zum unteren Rand des maschinieren Halsanteils, die linguale Knochenwand $0,31 \pm 0,85$ mm. Die vertikale bukkale ($0,46 \pm 0,66$ mm) und linguale ($0,31 \pm 0,85$ mm) Alveolarkammresorption war geringer als in anderen Studien^{14,15}. Vermutlich muss das Ausmaß der vertikalen Resorption der Alveolenwände nach der Zahnextraktion im Zusammenhang mit dem Augmentationsverfahren und der Implantatoberfläche betrachtet werden. Wahrscheinlich kann auch die Laser-Lok-Oberfläche die marginale Knochenresorption bei Sofortimplantation mit begleitendem regenerativem Verfahren reduzieren. Die Autoren wissen, dass die Probengröße der vorliegenden Studie zu gering für den Beweis einer derartigen Hypothese ist. Daher sind weitere Studien, in denen zur Kontrolle ein Implantat ohne Laser-Mikrotexturierung verwendet wird, erforderlich. In der vorliegenden Studie wurden die Implantate mit Laser-Lok-Hals subkrestal gesetzt, während der Apikalrand des maschinieren Halsanteils auf Höhe des Alveolarkamms lag. Diese Position könnte zur Stabilität und dem Weichgewebeattachment beigetragen haben. Koh und Mitarbeiter¹⁶ untersuchten den Einfluss der krestalen oder subkrestalen Position auf Sofortimplantate mit Laser-Lok-Hals, die mit einem begleitenden regenerativen Verfahren gesetzt wurden. Sie stellten abhängig von der Implantatposition keine statistisch signifikanten Unterschiede der Alveolarkamm- und Weichgewebehöhe fest.

In einer experimentellen Tierstudie⁵ mit Sofortimplantationen ohne regenerative Verfahren wurde histologisch ein Knochenattachment an die mikrotexturierte Oberfläche ($12 \times 12 \mu\text{m}$) und eine Insertion von Kollagenfasern rechtwinklig zur

Längsachse der Implantate über eine mikrotexturierte Oberfläche ($8 \times 8 \mu\text{m}$) dokumentiert. Außerdem war der Knochen-Implantat-Kontakt in der Gruppe mit mikrotexturierter Oberfläche signifikant höher als in der Gruppe mit maschinierter Oberfläche. Anhand der Daten dieser Untersuchung⁵ nahmen die Autoren an, dass ein Sofortimplantat mit Mikrorillen bessere Voraussetzungen für die Anlagerung von Hart- und Weichgewebe schafft und die marginale Knochenresorption und Weichgeweberezeption reduzieren kann.

Schlussfolgerungen

In dieser prospektiven Studie wurde Folgendes gezeigt: Das Auffüllen der Randdefekte an Sofortimplantaten mit bovinem Xenograft und das Abdecken des Transplantats mit einer resorbierbaren Kollagenmembran reduziert die horizontale Alveolarkammresorption. Auf die vertikale Knochenresorption wirkt sich dies jedoch nicht aus. Implantate mit einem Laser-Lok-Hals schaffen vermutlich bessere Voraussetzungen für das Hart- und Weichgewebeattachment.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(suppl 5):39–66.
2. Nevins M, Nevins ML, Camelo M, Boyesen JL, Kim DM. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:111–121.

3. Ricci JL, Charvet J, Frenkel SR, et al. Bone response to laser microtextured surfaces. In: Davies JE ed. *Bone Engineering*. Toronto, ON: Em2; 2000: 282–294.
4. Alexander H, Ricci JL, Hrico GJ. Mechanical basis for bone retention around dental implants. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;23:200–210.
5. Shin SY, Han DH. Influence of a micro-grooved collar design on soft and hard tissue healing of immediate implantation in fresh extraction sites in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:804–814.
6. Listgarten MA, Lang NP, Schroeder HE, Schroeder A. Periodontal tissue and their counterparts around endosseous implants. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:1–19.
7. Schubach P, Glauser R. The defense architecture of the human periimplant mucosa: A histological study. *J Prosthet Dent* 2007;97(suppl 6):S15–S25 [erratum 2008;99:167].
8. O’Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972; 43:38.
9. Claffey N, Nylund K, Kiger R, Garrett S, Egelberg J. Diagnostic predictability of scores of plaque, bleeding, suppuration and probing depth for probing attachment loss. 3 1/2 years of observation following initial periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 1990;17:108–114.
10. Hämmerle CHF, Chen ST, Wilson TG Jr. Consensus statement and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19 (suppl 1):26–28.
11. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820–828.
12. Covani U, Cornelini R, Barone A. Bucco-lingual bone remodeling around implants placed into immediate extraction sockets: A case series. *J Periodontol* 2003;74: 268–273.
13. Covani U, Cornelini R, Barone A. Vertical crestal bone changes around implants placed into fresh extraction sockets. *J Periodontol* 2007;78:810–815.
14. Chen ST, Darby LB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:552–562.
15. Gher ME, Quintero G, Assad D, Monaco E, Richardson AC. Bone grafting and guided bone regeneration for immediate dental implants in humans. *J Periodontol* 1994;65:881–891.
16. Koh RU, Oh TJ, Rudek I, et al. Hard and soft tissue change after crestal and sub-crestal immediate implant placement. *J Periodontol* 2011;82:1112–1120.