

# Veränderungen der Weichgewebekontur an Sofortimplantaten: Eine randomisierte, kontrollierte klinische Studie



Daniele Cardaropoli, DDS<sup>1</sup>  
Lorena Gaveglione, DDS<sup>2</sup>  
Enrico Gherlone, MD, DDS<sup>3</sup>  
Giuseppe Cardaropoli, DDS, PhD<sup>4</sup>

Bei 52 Patienten wurden einzelne Frontzähne extrahiert und durch Sofortimplantate ersetzt. Der periimplantäre Spalt wurde entweder nicht behandelt (Kontrollgruppe) oder transplantiert und mit einer Membran abgedeckt (Testgruppe). Nach 12 Monaten war die horizontale Knochenresorption in der Testgruppe mit  $0,69 \pm 0,68$  mm (8,13 %) erheblich geringer als in der Kontrollgruppe mit  $1,92 \pm 1,02$  mm (21,62 %) ( $p = 0,001$ ) und auch die Alveolarkammhöhe hatte in der Testgruppe weniger stark abgenommen ( $0,58 \pm 0,77$  mm) als in der Kontrollgruppe ( $1,69 \pm 1,74$  mm) ( $p = 0,004$ ). Das Ridge-Preservation-Verfahren begrenzte die horizontalen und vertikalen Weichgewebeveränderungen im Vergleich zur alleinigen Implantation. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 599–605.)

Auf eine Zahnextraktion folgt unweigerlich eine Knochenresorption<sup>1–6</sup>, wobei Knochenumbau und Knochenneubildung in den Alveolen beim Menschen stark variieren<sup>7</sup>. In Studien wurde nachgewiesen, dass nach der Extraktion der Bündelknochen abgebaut wird<sup>5,6</sup>. Diese zahnabhängige Struktur enthält die Kollagenfasern des Parodontalligaments. Bündelknochen wird nach der Zahnextraktion resorbiert, weil er keine Nährstoffe mehr über das Parodontalligament erhält, und durch Geflechtknochen ersetzt<sup>6</sup>. Da die bukkale Knochenwand überwiegend aus Bündelknochen besteht, ist der Knochenverlust dort stärker ausgeprägt als an der lingualen Knochenwand<sup>5</sup>. Schropp et al. ermittelten in einer klinischen Studie an 46 Patienten, dass innerhalb von drei Monaten nach einer Extraktion durchschnittlich etwa 50 % der bukkalen Knochenwand resorbiert waren<sup>4</sup>. Die Knochenresorption betrifft Ober- und Unterkiefer sowie die entsprechenden Weichgewebe. Für die ersten Monate nach der Zahnextraktion wurde ein Weichgewebeverlust von 3 bis 5 mm beschrieben<sup>3–7</sup>. Die Veränderungen der Alveolarkammdimensionen beeinträchtigen die Ergebnisse von Implantationen. Wenn nur begrenzt Knochen vorhanden ist, wird das Setzen von Implantaten in optimaler Position erschwert, und das unzureichende Weichge-

<sup>1</sup> Wissenschaftlicher Direktor, PROED Institute for Professional Education in Dentistry, Turin, Italien.

<sup>2</sup> Privatpraxis und Beraterin, PROED Institute for Professional Education in Dentistry, Turin, Italien.

<sup>3</sup> Dekan, Dental School, Vita-Salute San Raffaele University, Mailand, Italien.

<sup>4</sup> Leiter, Periodontics Unit, Dental School, Vita-Salute San Raffaele University, Mailand, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Daniele Cardaropoli, corso Galileo Ferraris 148, 10129 Turin, Italien.  
Fax: +39 011-323683. E-Mail: dacardar@tin.it

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

webeangebot wirkt sich negativ auf das ästhetische Ergebnis der prothetischen Rekonstruktion aus. Akzeptable Ergebnisse können bei einer Implantation oft nur nach Hart- und Weichgewebebeugmentationen erreicht werden. Bei der Sofortimplantation müssen diese Veränderungen nach der Extraktion eingeplant oder verhindert werden.

Um die Resorption zu reduzieren und die Alveolarkammdimensionen nach der Extraktion zu erhalten, wurden verschiedene Strategien eingesetzt. Die Sofortimplantation sollte den Knochenverlust nach Zahnextraktion reduzieren<sup>8</sup>. Klinische und experimentelle Studien zeigten jedoch, dass es trotz der Implantation zur Resorption des bukkolingualen Hartgewebes kommt<sup>9-11</sup>. Ein anderer Ansatz ist die Ridge Preservation, bei der die Extraktionsalveole mit Knochenersatzmaterialien mit oder ohne Membranen transplantiert wird. Die Knochenersatzmaterialien stabilisieren das Blutkoagulum und fördern so die Knochenneubildung. In Studien wurde der Knochenverlust effektiv verhindert, indem die frischen Extraktionsalveolen mit deproteinisiertem bovinem Knochenmineral aufgefüllt wurden, das natives porcines Kollagen enthält (Bio-Oss Collagen, Geistlich)<sup>12-15</sup>. Barrieremembranen verhindern das Einwachsen von Weichgewebe und stabilisieren das Knochenersatzmaterial im Defekt. Native Kollagenmembranen sind leicht zu verarbeiten und ermöglichen einen partiellen Erhalt der bukkalen Knochenwand<sup>16</sup>.

In der hier vorgestellten randomisierten, kontrollierten klinischen Studie wurde untersucht, ob ein Knochenersatzmaterial und eine Kollagenmembran bei der Sofortimplantation in Extraktionsalveolen den dreidimensionalen Knochenabbau besser verhindern als eine alleinige Sofortimplantation.

## Material und Methode

In diese Studie wurden 52 konsekutive Patienten aufgenommen, die in einer zahnärztlichen Privatpraxis in Turin, Italien, behandelt wurden. Bei allen Patienten war eine Einzelzahnextraktion mit Sofortimplantation vorgesehen (Abb. 1a, 1b, 2a und 2b). Alle zu extrahierenden Zähne befanden sich neben natürlichen Zähnen. Die Integrität der Knochenwände wurde bei Studienbeginn durch Sondieren überprüft. Zu den Gründen für die Extraktion gehörten Kronen-/Wurzelfrakturen, eine fehlgeschlagene endodontische Behandlung und fortgeschrittene Karies. Patienten mit akuten parodontalen oder periapikalen Infektionen wurden ausgeschlossen. Die systemischen Ausschlusskriterien waren metabolische Knochenkrankheiten, Schwangerschaft, bekannte Krebserkrankung, eine Radio- oder Chemotherapie wegen einer Krebserkrankung in den letzten fünf Jahren, eine bekannte Autoimmunerkrankung und die Einnahme von Medikamenten, die die Implantation negativ beeinflussen könnten. Raucher, die > 10 Zigaretten täglich rauchten, wurden ausgeschlossen, und Raucher, die < 10 Zigaretten täglich rauchten, aufgefordert, vor und nach der Operation nicht zu rauchen. Alle Patienten wurden gründlich parodontologisch untersucht. Anschließend wurde eine professionelle Zahnreinigung, gegebenenfalls mit Kürettage und Wurzelglättung durchgeführt, um eine gesunde parodontale Umgebung zu schaffen. Außerdem erhielten die Patienten eine Mundhygiene-Unterweisung.

Die Extraktionen wurden lappenlos durchgeführt und die Interdentalspapille nur im Bedarfsfall angehoben. Die Patienten wurden randomisiert auf die Test- und die Kontrollgruppe verteilt (26 Patienten je Gruppe). Die Zuordnung erfolgte anhand ei-

ner computergenerierten Randomisierungsliste (SPSS v.16 für MAC OS X, IBM). Zur Testgruppe gehörten 15 Männer und 11 Frauen (mittleres Alter: 42 ± 14 Jahre) und zur Kontrollgruppe 14 Männer und 12 Frauen (mittleres Alter: 44 ± 13 Jahre). Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki von 1975 in der revidierten Fassung von 2000 durchgeführt und von der Ethikkommission des PROED Institute for Professional Education in Dentistry, Turin, Italien, genehmigt. Alle Patienten stimmten der Studienteilnahme schriftlich nach Aufklärung zu und waren bereit, die vorgesehenen Maßnahmen durchführen zu lassen und die Anweisungen zu befolgen. Keiner der Patienten brach die Studie vor der Evaluation nach 12 Monaten ab.

Nach Lokalanästhesie (4 % Articain plus Adrenalin 1:100000) wurden die Zähne vorsichtig mit einem Ultraschallgerät (Piezosurgery, Mectron) und Periotomen luxiert. Dann wurden sie mit Extraktionszangen mit möglichst geringer Beschädigung der Alveolenwände entfernt. Das Granulationsgewebe wurde durch eine sorgfältige Kürettage aus der Alveole entfernt. Insgesamt wurden 52 konische Implantate (Osseotite Tapered Certain, Biomet 3i) randomisiert auf die Test- und die Kontrollgruppe verteilt und nach Herstellerangaben sofort in die Extraktionsalveolen gesetzt. In der Testgruppe wurde der Spalt zwischen Knochen und Implantat mit deproteinisiertem bovinem Knochenmineral (DBBM) mit Zusatz von Kollagen (Bio-Oss Collagen, Geistlich; Abb. 1c) aufgefüllt und mit einer porcinen Kollagenmembran (Bio-Gide, Geistlich) abgedeckt. Die Membran wurde mit Einzelknopfnähten fixiert; es wurde aber nicht sichergestellt, dass sie abgedeckt war. In der Kontrollgruppe heilte der Spalt spontan. In beiden Gruppen wurden am Ende der Operation Einheilkap-

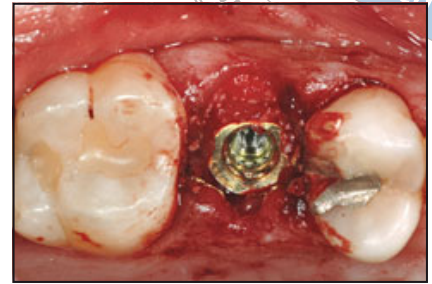
**Abb. 1** Fallbeispiel aus der Testgruppe.



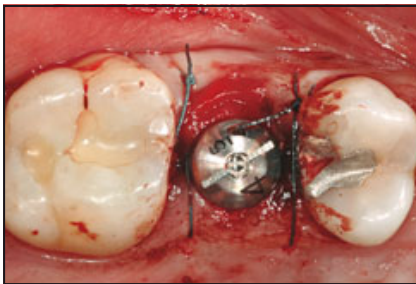
**Abb. 1a** Laterale Ansicht vor der Zahnextraktion.



**Abb. 1b** Okklusale Ansicht vor der Extraktion.



**Abb. 1c** Nach Zahnextraktion und Implantation wird der Spalt mit einem Knochenerersatzmaterial aufgefüllt.



**Abb. 1d** Auf das Implantat wird eine Einheilkappe aus Titan geschraubt.



**Abb. 1e** Laterale Ansicht nach einem Jahr.



**Abb. 1f** Okklusale Ansicht nach einem Jahr.

**Abb. 2** Fallbeispiel aus der Kontrollgruppe.



**Abb. 2a** Laterale Ansicht vor der Zahnextraktion.



**Abb. 2b** Okklusale Ansicht vor der Zahnextraktion.



**Abb. 2c** Okklusale Ansicht nach einem Jahr.

pen aus Titan auf die Implantate geschraubt, um eine transmukosale Heilung und ein einzeitiges Vorgehen zu ermöglichen (Abb. 1d). Die Patienten erhielten für sechs Tage postoperativ alle 12 Stunden 1 g Amoxicillin plus Clavulansäure sowie für drei Tage Ibuprofen (2 x 600 mg/d). Außerdem spülten sie den Mund 14 Tage lang alle acht Stunden mit 0,2 % Chlorhexidingluconat. Das prothetische Abutment wurde drei Monate nach der Implantation aufgesetzt und die provisorische Krone zementiert. Nach

weiteren zwei Monaten sollte das Implantat mit einer definitiven Keramikkrone restauriert werden.

Die Abschlusskontrolle fand nach 12 Monaten statt (Abb. 1e, f und 2c).

Bei Studienbeginn (T0) und 12 Monate postoperativ (T12) wurden von Abformungen Gipsmodelle angefertigt, um die periimplantäre Weichgewebekontur darzustellen. Anhand des Ausgangsmodells wurde ein Silikonschlüssel (Elite HD, Zhermack) angefertigt. Er markierte die bukkal und lingual am weitesten vorstehen-

den Punkte des Alveolarkamms und erlaubte so ein dreidimensionales Mapping des Alveolarkamms. In der Mitte des Implantatbetts wurde er durchtrennt. Die Alveolarkambbreite (horizontale Dimension) wurde als Abstand zwischen der bukkalen und der lingualen Seite des Schlüssels (Abb. 3a) und die Alveolarkammhöhe (vertikale Dimension) als rechtwinkliger Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Zahnlücke und einer Verbindungslinie zwischen den okklusalen und bukkalen Flächen der

Abb. 3 Messungen am Modell.

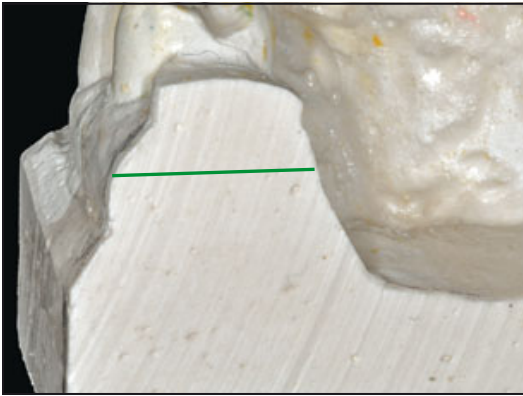


Abb. 3a Alveolarkambbreite (grüne Linie).

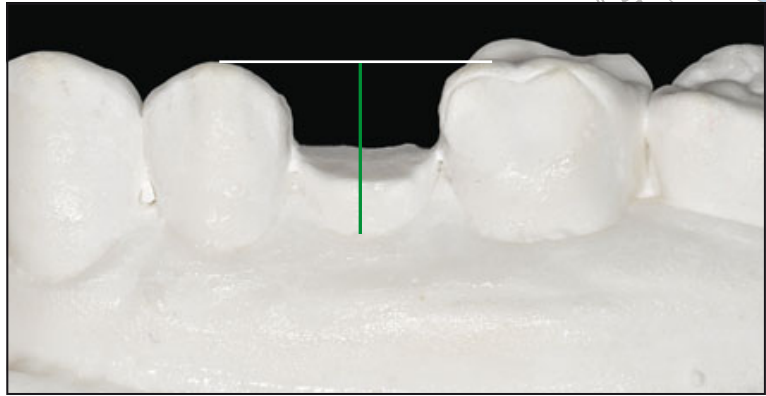


Abb. 3b Alveolarkammhöhe (grüne Linie).

<b>Tabelle 1 Verteilung der Implantatpositionen</b>		
<b>Position</b>	<b>Testgruppe, n (%)</b>	<b>Kontrollgruppe, n (%)</b>
Oberkiefer	21 (80,8)	18 (69,2)
Unterkiefer	5 (19,2)	8 (30,8)
Zentraler Schneidezahn	4 (15,4)	2 (7,8)
Lateraler Schneidezahn	7 (26,9)	2 (7,8)
Eckzahn	0 (0)	2 (7,8)
Erster Prämolare	7 (26,9)	12 (46,2)
Zweiter Prämolare	8 (30,8)	8 (30,8)

Nachbarzähne gemessen (Abb. 3b). Der Schlüssel umfasste mindestens einen Zahn anterior und posterior des Implantats, um ihn beim Umsetzen zu stabilisieren. Anschließend wurde der Schlüssel an das an T12 angefertigte Modell angepasst. Der Volumenunterschied zwischen T0 und T12 wurde mit einer andernorts beschriebenen Technik in blauem Polyvinylsiloxan dargestellt<sup>15</sup>. Breite und Höhe des Alveolarkamms wurden an T0 und T12 gemessen.

### Statistische Auswertung

Die Berechnung der Power vor Studienbeginn ergab, dass eine Probengröße von 26 Patienten erforderlich war, um nach 12 Monaten einen Unterschied der Knochenbreite von 1 mm zu erfassen, sofern die Standardabweichung maximal bei 0,5 mm liegt, ein t-Test für gepaarte Stichproben mit einer Power von 80 % und ein Signifikanzniveau von 0,05 angelegt werden.

Die Auswertung der Daten an T0 und T12 erfolgte mit einem zweiseitigen t-Test für gepaarte Stichproben. Der Vergleich der beiden Gruppen wurde mit einem t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt.

### Ergebnisse

Alle 52 Patienten beendeten die Studie wie vorgesehen. Die postoperative Heilung verlief bei allem komplikationslos. Nach 12 Monaten lag die Überlebensrate der Implantate in der Testgruppe bei 100 %, in der Kontrollgruppe bei 96,15 %. Die Länge der gesetzten Implantate betrug 11,5 bis 15 mm und der Durchmesser 3,25 bis 5 mm. Die Ausgangsmerkmale der Implantate sind in Tabelle 1 zusammengefasst. In der Testgruppe wurden 80,8 % der Implantate in den Oberkiefer und 19,2 % in den Unterkiefer gesetzt; in der Kontrollgruppe 69,2 % in den Oberkiefer und 30,8 % in den Unterkiefer. In der Testgruppe wurden überwiegend laterale Schneidezähne (26,9 %), erste Prämolaren (26,9 %) und zweite Prämolaren (30,8 %) extrahiert, in der Kontrollgruppe vor allem erste und zweite Prämolaren (77 %).

Tabelle 2 fasst die Ergebnisse der Messungen an den Modellen

**Tabelle 2 Breite und Höhe (mm; Mittelwert ± Standardabweichung) des Alveolarkamms am Modell bei der Zahnextraktion und Implantation (T0) sowie nach 12 Monaten (T12)**

	Testgruppe			Kontrollgruppe		
	T0	T12	T0-T12	T0	T12	T0-T12
Alveolarkammbreite	8.62 ± 0.90	7.92 ± 0.80	0.69 ± 0.68	8.88 ± 0.95	6.96 ± 0.87	1.92 ± 1.02
Alveolarkammhöhe	12.96 ± 1.75	13.54 ± 1.92	-0.58 ± 0.76	12.73 ± 1.54	14.42 ± 1.72	-1.69 ± 1.72

\* Eine Zunahme der Alveolarkammhöhe entspricht einem Verlust der Gingivahöhe.

zusammen. Die Ausgangswerte waren in den beiden Gruppen ohne statistisch signifikante Unterschiede vergleichbar: Die Alveolarkammbreite betrug in beiden Gruppen 7 bis 10 mm. Die Alveolarkammhöhe betrug in der Testgruppe 10 bis 15 mm, in der Kontrollgruppe 10 bis 16 mm. Nach 12 Monaten lag die Alveolarkammbreite in der Testgruppe bei 7 bis 10 mm und hatte von T0 bis T12 um durchschnittlich  $0,69 \pm 0,68$  mm (Bereich: 0 bis 2 mm) abgenommen. Dies entspricht einem Verlust von 8,13 %. In der Kontrollgruppe betrug die Alveolarkammbreite nach 12 Monaten 6 bis 9 mm und hatte im Mittel um  $1,92 \pm 1,02$  mm (Bereich: 1 bis 4 mm) abgenommen. Dies entspricht einer Resorption von 21,62 %. Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ).

Nach 12 Monaten ergab die Messung am Modell für die Testgruppe eine mittlere Alveolarkammhöhe von 11 bis 19 mm; dies entsprach einer mittleren Reduktion von T0 bis T12 um  $0,58 \pm 0,77$  mm (Bereich: 0 bis 2 mm). In der Kontrollgruppe lag die Alveolarkammhöhe bei 11 bis 19 mm, was innerhalb von 12 Monaten einer mittleren Abnahme um  $1,69 \pm 1,74$  mm (Bereich: 0 bis 6 mm) entspricht. Der Unterschied zwischen

den Gruppen war statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ).

### Diskussion

Die Sofortimplantation reduziert die Behandlungsdauer und ist für den Patienten angenehmer. In einer 5-jährigen klinischen Studie an 18 Patienten wurde nach Sofortimplantationen eine hohe Implantaterfolgsrate ohne Implantatverlust ermittelt<sup>17</sup>.

Um mit implantatgetragenen Rekonstruktionen ein optimales funktionelles und ästhetisches Ergebnis zu erreichen, muss die Höhe und Breite des Alveolarkamms ausreichend sein. Nach einer Zahnextraktion tritt jedoch grundsätzlich ein Knochenumbau und eine Knochenneubildung ein, die mit einem deutlichen Verlust des Alveolarkammvolumens und ungünstigen anatomischen Bedingungen für eine Implantation einhergeht<sup>4,18,19</sup>. Die Sofortimplantation kann bis zu vier Monate nach dem Setzen weder die Knochenresorption noch deutliche Volumenänderungen verhindern<sup>9,11</sup>. Der Volumenverlust fällt unterschiedlich stark aus und ist im Frontzahnbereich meist ausgeprägter als im Seitenzahnbereich<sup>20</sup>. Außerdem erhöht eine Sofortimplan-

tation das Risiko für eine marginale Geweberezeption, womit das ästhetische Ergebnis beeinträchtigt wird<sup>21</sup>. Daher muss der Arzt mit den biologischen Vorgängen nach einer Zahnextraktion vertraut sein und ihnen entgegenwirken können, um ein vorhersagbares Ergebnis zu erreichen, insbesondere wenn er eine Sofortimplantation ausführt.

In der hier vorgestellten klinischen Studie wurden Einzelzahnimplantate in frische Extraktionsalveolen mit intakten Knochenwänden gesetzt. Der periimplantäre Spalt heilte entweder spontan oder wurde mit einem Knochenersatzmaterial aufgefüllt und mit einer Membran abgedeckt. Das Knochenersatzmaterial aus 90 % DBBM-Granula mit 10 % Kollagenzusatz war leicht zu verarbeiten und blieb im feuchten Zustand stationär. In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass das Material die Knochenneubildung fördert und den Umbau der Alveolenwände nach einer Zahnextraktion kompensieren sollte<sup>22-24</sup>. Cardaropoli und Mitarbeiter untersuchten dieses Knochenersatzmaterial in einer kontrollierten klinischen Studie zur Transplantation von Alveolen<sup>14</sup>. Bei der Testgruppe wurde ein Ridge-Preservation-Verfahren durchgeführt. Höhe und Breite des Alve-

olarkamms hatten vier Monate nach dem Eingriff signifikant geringer abgenommen als in der Kontrollgruppe mit unbehandelten Extraktionsalveolen. In der histologischen Evaluation unterschieden sich die Stadien der Knochenbildung und -reifung zwischen den beiden Behandlungsansätzen nicht signifikant. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass DBBM in Kombination mit einer Kollagenmembran die Dimensionsänderungen des Alveolarkamms nach einer Zahnextraktion reduziert.

Die vorliegende Studie kommt 12 Monate nach der Sofortimplantation zu ähnlichen Ergebnissen. Höhe und Breite des Alveolarkamms hatten an den Alveolen der unbehandelten Kontrollgruppe signifikant stärker abgenommen: Die Alveolarkambreite hatte sich in der Kontrollgruppe um 21,62 % und in der Testgruppe um 8,13 % reduziert. Die Alveolarkammhöhe in der Kontrollgruppe war um 1,69 mm geringer, in der Testgruppe um 0,58 mm.

Der Nutzen der Ridge Preservation an Sofortimplantaten wurde in zahlreichen experimentellen Studien belegt. Caneva et al. untersuchten experimentell das Auffüllen von Knochendefekten an Sofortimplantaten mit DBBM und einer Kollagenmembran<sup>25</sup>. Nach vier Monaten lag der Knochen-Implantat-Kontakt in der Testgruppe weiter koronal als in der unbehandelten Kontrollgruppe. Auch die Knochenregeneration war in den Extraktionsalveolen der Testgruppe besser, wobei die Unterschiede von Höhe und Breite des Alveolarkamms statistisch nicht signifikant waren. In einer anderen Studie dieser Gruppe am Hundemodell konnten die Dimensionen des Alveolarkamms erfolgreich durch DBBM-Partikel in Kombination mit einer Kollagenmembran erhalten werden<sup>26</sup>. Araújo

et al. ermittelten nach der Transplantation des periimplantären Spalts mit DBBM-Kollagen eine bessere Hartgewebebildung und einen höheren marginalen Knochen-Implantat-Kontakt<sup>27</sup>.

Die hier vorgestellten Ergebnisse belegen bei einzelnen Sofortimplantaten einen deutlichen positiven Effekt der Ridge Preservation mit DBBM-Kollagen und einer Kollagenmembran. Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der horizontale und vertikale Volumenverlust signifikant reduziert. Verglichen mit Daten aus der Literatur fiel der Breitenverlust in der Kontrollgruppe nur relativ gering aus<sup>19</sup>. Eine mögliche Erklärung dafür könnten in dieser Studie die Lage der Extraktionsalveolen zwischen natürlichen Zähnen und die lappenlose Extraktion sein. An Extraktionsalveolen neben natürlichen Zähnen ist der Knochenverlust geringer ausgeprägt als bei Extraktionsalveolen neben unbezahnten Bereichen<sup>4,17</sup>. Der Unterschied zwischen der Test- und der Kontrollgruppe war statistisch signifikant.

### Schlussfolgerungen

In dieser kontrollierten klinischen Studie wurden bei 52 Patienten eine Einzelzahnextraktion durchgeführt und Sofortimplantate gesetzt. Der Effekt der Ridge Preservation mit einem Knochenersatzmaterial und einer Kollagenmembran wurde mit dem Ergebnis von unbehandelten Alveolen verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass das Auffüllen des periimplantären Spalts mit einem Knochenersatzmaterial, das anschließend von einer Kollagenmembran abgedeckt wird, die horizontalen und vertikalen Weichgewebeveränderungen im Vergleich zur alleinigen Implantation

reduziert und nach 12 Monaten zu einem recht stabilen ästhetischen Ergebnis führt.

### Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

### Literatur

1. Pietrovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent* 1967;17:21–27.
2. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;27:309–318.
3. Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, et al. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol* 1997;68:563–570.
4. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313–323.
5. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212–218.
6. Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003;30:809–818.
7. Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol* 2008;35:630–639.
8. Pini-Prato GP, Cairo F, Tinti C, Cortellini P, Muzzi L, Mancini EA. Prevention of alveolar ridge deformities and reconstruction of lost anatomy: A review of surgical approaches. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:434–445.

9. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820–828.
10. Araújo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645–652.
11. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson EB, Lang NP, Lindhe J. A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:13–21.
12. Araújo MG, Lindhe J. Ridge preservation with the use of Bio-Oss collagen: A 6-month study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:433–440.
13. Jung RE, Philipp A, Annen BM, et al. Radiographic evaluation of different techniques for ridge preservation after tooth extraction: A randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2013;40:90–98.
14. Cardaropoli D, Tamagnone L, Roffredo A, Gaveglione L, Cardaropoli G. Socket preservation using bovine bone mineral and collagen membrane: A randomized controlled clinical trial with histologic analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012;32:421–430.
15. Nevins M, Camelo M, De Paoli S, et al. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:19–29.
16. Caneva M, Botticelli D, Salata LA, et al. Collagen membranes at immediate implants: A histomorphometric study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:891–897.
17. Botticelli D, Renzi A, Lindhe J, Berglundh T. Implants in fresh extraction sockets: A prospective 5-year follow-up clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:1226–1232.
18. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: A systematic review. *J Clin Periodontol* 2009;36:1048–1058.
19. Tan WL, Wong TWL, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar bone dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(suppl 5):1–21.
20. Ferrus J, Cecchinato D, Pjetursson EB, Lang NP, Sanz M, Lindhe J. Factors influencing ridge alterations following immediate implant placement into extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:22–29.
21. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:552–562.
22. Ackermann KL. Extraction site management using a natural bone mineral containing collagen: Rationale and retrospective case study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:489–497.
23. Cardaropoli G, Araújo M, Hayacibara R, Sukekava F, Lindhe J. Healing of extraction sockets and surgically produced—augmented and non-augmented—defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:435–440.
24. Araújo MG, Lindhe J. Ridge preservation with the use of Bio-Oss Collagen: A 6-month study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:433–440.
25. Caneva M, Botticelli D, Pantani F, Baffone GM, Rangel IG Jr, Lang NP. Deproteinized bovine bone mineral in marginal defects at implants installed immediately into extraction sockets: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:106–112.
26. Caneva M, Botticelli D, Morelli F, Cesaretti G, Beolchini M, Lang NP. Alveolar process preservation at implants installed immediately into extraction sockets using deproteinized bovine bone mineral—An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:789–796.
27. Araújo MG, Linder E, Lindhe J. Bio-Oss collagen in the buccal gap at immediate implants: A 6-month study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1–8.