

# Sofortbelastung dentaler Implantate nach einer Alveolarkammaugmentation im ästhetischen Bereich: Eine 5-Jahres-Studie



Lyndon F. Cooper, DDS, PhD<sup>1</sup>/Glenn Reside, DDS<sup>2</sup>  
Filiep Raes, DDS, MSc, PhD<sup>3</sup>/Joan Soliva Garriga, DDS, DMD<sup>4</sup>  
Luís Giner Tarrida, DDS, DMD, PhD<sup>5</sup>/Jörg Wiltfang, MD, DMD<sup>6</sup>  
Matthias Kern, DMD<sup>7</sup>/Hugo De Bruyn, DDS, PhD<sup>8</sup>

In der hier vorgestellten klinischen Studie wurden nach fünf Jahren das Überleben und die Architektur der periimplantären Gewebe an sofortbelasteten Implantaten untersucht, die vier bis sechs Monate nach einer Osteoplastik mit demineralisiertem bovinem Knochen-Allograft und einer Kollagenmembran gesetzt wurden. 19 Patienten erhielten insgesamt 23 Implantate. Dabei gab es bereits vor der Belastung einen Implantatverlust (Überlebensrate 95,6 %). Die periimplantären Gewebe waren stabil. Das marginale Knochenniveau veränderte sich nach fünf Jahren gegenüber dem Zeitpunkt der Implantation (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung:  $-0,18 \pm 0,79$  mm, Bereich:  $-1,6$  bis  $1,4$  mm,  $P = 0,51$ ), ebenso wie die mesiale ( $1,14 \pm 0,92$  mm,  $P < 0,001$ ) und die distale Papillenlänge ( $0,74 \pm 1,46$  mm,  $P = 0,04$ ). Die Lage des Mukosasaums blieb unverändert ( $0,24 \pm 0,93$  mm,  $P = 0,15$ ). Während der fünf Jahre traten keine schwerwiegenden chirurgischen Komplikationen auf. Es ist damit möglich, nach einer Knochenaugmentation im oberen Frontzahnbereich eine Sofortimplantation mit Sofortbelastung durchzuführen, da das Implantat osseointegriert ist und eine stabile periimplantäre Weichgewebereaktion entsteht. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014;34:453–462.)

Für den Einzelzahnersatz im oberen Frontzahnbereich sind enossale dentale Implantate eine zuverlässige Lösung<sup>1,2</sup>. In aktuellen Untersuchungen wurden die vorgestellten Implantatüberlebensdaten ergänzt. So konnten mithilfe der objektiven Klassifikation der Weichgewebe (Pink Esthetic Score [PES]<sup>3</sup>) und der implantatgetragenen Kronen wichtige Informationen zu den ästhetischen Ergebnissen der Implantatbehandlung gegeben werden<sup>4</sup>. Mittlerweile nimmt das Interesse an Daten zur Patientenzufriedenheit zu<sup>5</sup>. Aus mehreren systematischen Reviews geht hervor, dass ein hohes Implantatüberleben und kurzfristige ästhetische Erfolge mit einer hohen Patientenzufriedenheit verknüpft sind.

Der Ersatz eines nicht erhaltungswürdigen oder fehlenden oberen Frontzahns kann aufgrund eines Traumas, von Karies, einer Parodontalerkrankung oder einer Anodontie erforderlich werden. Der klinische Status von Zahn und Alveolarkamm ist entscheidend für die Wahl des Behandlungsverfahrens, wie einer Sofortimplantation und Belastung, Sofortbelastung oder konventionellen Implantation in den abgeheilten Alveolarkamm. Mehrere Untersucher erreichten mit Sofortimplantation und Sofortbelastung oder mit der Sofortbelastung von Implantaten, die in den abgeheilten Alveolarkamm

<sup>1</sup> Stallings Distinguished Professor und Chairman, Department of Prosthodontics, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, USA.

<sup>2</sup> Außerordentlicher Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, USA.

<sup>3</sup> Assistenzprofessor, Department of Periodontology and Oral Implantology, Dental School, Faculty of Medicine and Health Sciences, Ghent University, Ghent, Belgien.

<sup>4</sup> Professor, Department of Prosthodontics, Dentistry School, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spanien.

<sup>5</sup> Prodekan, Research Department, Dentistry School, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona, Spanien.

<sup>6</sup> Professor und Leiter, Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und plastische Operationen, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland.

<sup>7</sup> Direktor der Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland.

<sup>8</sup> Professor und Leiter, Department of Periodontology and Oral Implantology, Dental School, Faculty of Medicine and Health Sciences, Ghent University, Ghent, Belgien; Gastprofessor, Department of Prosthodontics, University of Malmö, Malmö, Schweden.

Korrespondenz an: Dr. Lyndon F. Cooper, 330 Brauer Hall, CB#7450, University of North Carolina, Chapel Hill, NC 27518-7450, USA, E-Mail: lyndon\_cooper@unc.edu

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

gesetzt wurden, ein hohes Implantatüberleben und ästhetische Erfolge<sup>6,7</sup>. Alternativ wurde die frühe Implantation vorgeschlagen<sup>4,8</sup>. Im oberen Frontzahnbereich sind die Bedingungen für eine ästhetische Implantation und Restauration oft aufgrund mehrerer struktureller Faktoren ungünstig<sup>9</sup>. Unabhängig von den Vorlieben des Arztes wird es immer wieder Situationen geben, in denen bei der Implantation in Extraktionsalveolen oder den Alveolarkamm eine Knochentransplantation erforderlich ist.

Oft werden eine Alveolarkamm-augmentation und Socket-Preservation-Verfahren durchgeführt und für die Alveolarkammaugmentation wurden zahlreiche Verfahren untersucht. Die Verwendung von autogenem Knochen, allogenen Knochenersatzmaterialien und rekombinanten osteoinduktiven Substanzen jeweils mit oder ohne Barrieremembranen wurde vielfach beschrieben und die Zuverlässigkeit in Fallserien bestätigt. Bei der Beurteilung prospektiver Vergleichsstudien kamen Esposito et al.<sup>10</sup> zu dem Ergebnis, dass es nur wenige Daten gibt, anhand derer sich die Ergebnisse verschiedener Materialien oder Techniken unterschieden lassen. In einem Review<sup>11</sup> wurde festgestellt, dass bevorzugt einfachere und weniger invasive Verfahren mit geringerem Komplikationsrisiko, die rascher zum Erfolg führen, gewählt werden. Ein aktuelles systematisches Review zeigt, dass mit Xenograft-Partikeln oder Allografts in Kombination mit Barrieremembranen eine ausreichende Alveolarkammaugmentation erreicht werden kann<sup>12</sup>.

Für die Implantation nach der Einheilung und initialer Konsolidierung des transplantierten Alveolarkamms stehen verschiedene klinische Ansätze zur Verfügung, darunter ein- und zweizeitige sowie Sofortbelastungsprotokolle. Die Patienten bevorzugen oft kürzere Behandlungsverfahren. Wenn in Extraktionsalveolen oder in

den abgeheilten Kiefer keine Implantate gesetzt werden können und eine Knochenaugmentation erforderlich ist, sollte die anschließende Implantation mit Sofortbelastung erfolgen. Die Ergebnisse der Sofortbelastung von Implantaten, die bald nach der Knochenaugmentation gesetzt wurden, sind nicht gut untersucht. Im Rahmen einer größeren prospektiven Studie zur Sofortbelastung von Implantaten in Extraktionsalveolen bzw. abgeheilten Knochen war bei mehreren Patienten zuvor eine Knochentransplantation indiziert. In diesem Artikel wird das 5-Jahres-Ergebnis sofortbelasteter Implantate, die bald nach einer Knochenaugmentation gesetzt wurden, beschrieben. Untersucht wurden das Implantatüberleben, die marginale Knochenhöhe und die Veränderungen der Weichgewebestruktur.

## Material und Methode

Die hier vorgestellten Daten sind ein Auszug aus einer größeren Studie, die an vier Zentren durchgeführt wurde und in der die Sofortimplantation mit Sofortbelastung und die Sofortbelastung von Implantaten im oberen Frontzahnbereich verglichen wurden. Diese Studie wird an anderer Stelle ausführlich besprochen<sup>6,13</sup>.

Gemäß dem Studienprotokoll, das von der lokalen Ethikkommission zugelassen wurde, konnten 139 Patienten, bei denen eine Implantation erforderlich war, in die Studie aufgenommen werden. Intraoperativ fanden sich bei 21 Patienten anatomische oder volumetrische Bedingungen, die eine Sofortimplantation und/oder Sofortbelastung unmöglich machten. Daher wurde bei ihnen eine gesteuerte Knochenregeneration (GBR) mit anorganischem bovinem Knochen (Bio-Oss, Geistlich) und einer resorbierbaren Kollagenmembran (Bio-Gide oder Bio-Mend,

Geistlich) durchgeführt. Nach dem primären Wundverschluss heilten die Bereiche für vier bis sechs Monate. Anschließend wurden die Implantate gesetzt.

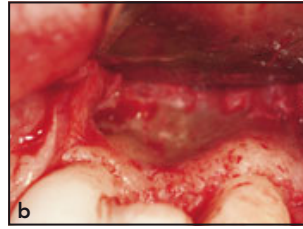
## Implantation und Restauration

Nach komplikationsloser Heilung der transplantierten Alveole wurden nach einem modifizierten Protokoll unter Lokalanästhesie Implantate mit einem Durchmesser von 3,5 bis 5,0 mm und einer Länge von 11 bis 17 mm (OsseoSpeed, Dentsply) gesetzt. Die Patienten erhielten präoperativ Analgetika (z. B. 800 mg Ibuprofen) und Antibiotika (1 g Amoxicillin oder 600 mg Clindamycin). In den meisten Fällen wurde ein lappenloser Zugang mit transmukosaler Stanzung gewählt; bei sieben Patienten wurden konventionell Lappen mobilisiert. Die Osteotomien wurden bis auf die notwendige Tiefe vorgenommen, aber mit einem reduzierten Durchmesser (3,2-mm-Durchmesser für 3,5- und 4,5-mm-Implantate oder 3,7-mm-Durchmesser für 4,0- und 5,0-mm-Implantate). Für die 4,5- und 5,0-mm-Implantate wurde konische Bohrer verwendet. Nach dem Setzen wurde die Stabilität der Implantate optisch und händisch überprüft. Anschließend wurden die Implantate mit einem Direct Abutment oder Profile BiAbutment (Dentsply) und Kunststoffkronen sofortbelastet. Die Abutments wurden mit Fingerdruck aufgesetzt (15 bis 20 Ncm) und die Kronen so beschliffen, dass sie keine zentrischen oder exzentrischen Kontakte hatten. Mit einer periapikalen Röntgenaufnahme wurde (1) die Implantation überprüft, (2) die Abutmentposition kontrolliert, (3) überschüssiger Zement dargestellt und (4) ein Ausgangswert für die spätere Ermittlung der Veränderungen im marginalen Knocheniveau

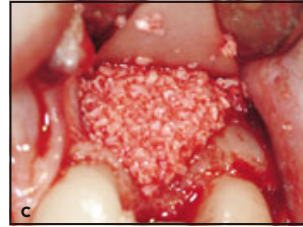


**Abb. 1** Fotografische Dokumentation des Zustands der periimplantären Mukosa in der hier vorgestellten Studie zur Implantation in augmentierten Alveolarknochen.

**Abb. 1a** Präoperativer Zahnbefund mit Adhäsivbrücken anstelle der oberen rechten und linken lateralen Schneidezähne.



**Abb. 1b bis d** Transplantation des Alveolarkamms in der Position des oberen linken lateralen Schneidezahns mit demineralisiertem bovinem Knochenmineral und einer Kollagenmembran. Es besteht ein erheblicher Defekt.



**Abb. 1e** Alveolarkamm und Mukosa 4 Monate nach der Augmentation.



**Abb. 1f und g** Provisorische Kronen in der Position des linken und rechten lateralen Schneidezahns sowie Mukosa 8 Wochen nach der Implantation.



**Abb. 1h und i** Eine Woche nach dem Einsetzen der definitiven Kronen.



**Abb. 1j und k** Ein Jahr nach dem Einsetzen der definitiven Kronen.



**Abb. 1l und m** 3 Jahre nach dem Einsetzen der definitiven Kronen.



**Abb. 1n und o** 5 Jahre nach dem Einsetzen der definitiven Kronen.

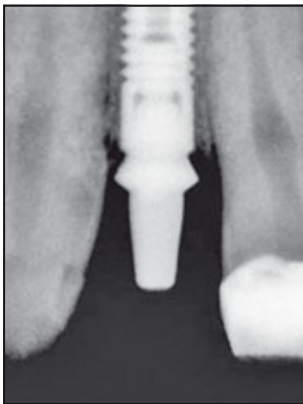
**Abb. 2** Röntgendokumentation: Implantation in augmentierten Alveolarknochen in der hier vorgestellten Studie.



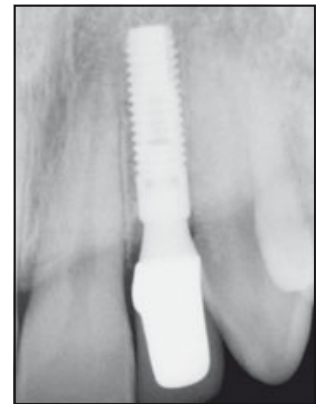
**Abb. 2a und b** Präoperativer Befund der Implantatbetten.



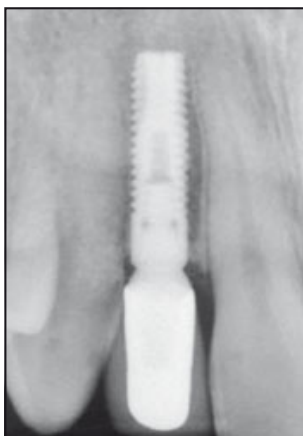
**Abb. 2c und d** Implantation: In der Position des oberen rechten und linken lateralen Schneidezahns wurden MicroThread-Implantate (AstraTech Dental Implant System, Dentsply Implants) mit einem Durchmesser von 3,5 mm in den Alveolarknochen gesetzt. Die interproximale subcrestale Lage entspricht einer Platzierung auf Höhe des bukkalen Knochenkamms.



**Abb. 2e und f** Krestale Knochenhöhe beim Einsetzen der Abutments vor der definitiven Abformung. Es besteht nur ein geringer Abstand zwischen Knochen und Implantat-Abutment-Verbindung.



**Abb. 2g und h** Röntgenuntersuchung der Vollkeramikkronen und Abutments auf den Implantaten nach einem Jahr. Um Unterschiede der Gewebehöhe auszugleichen, wurden unterschiedlich hohe Abutments verwendet.



**Abb. 2i und j** Röntgenuntersuchung nach 3 Jahren.

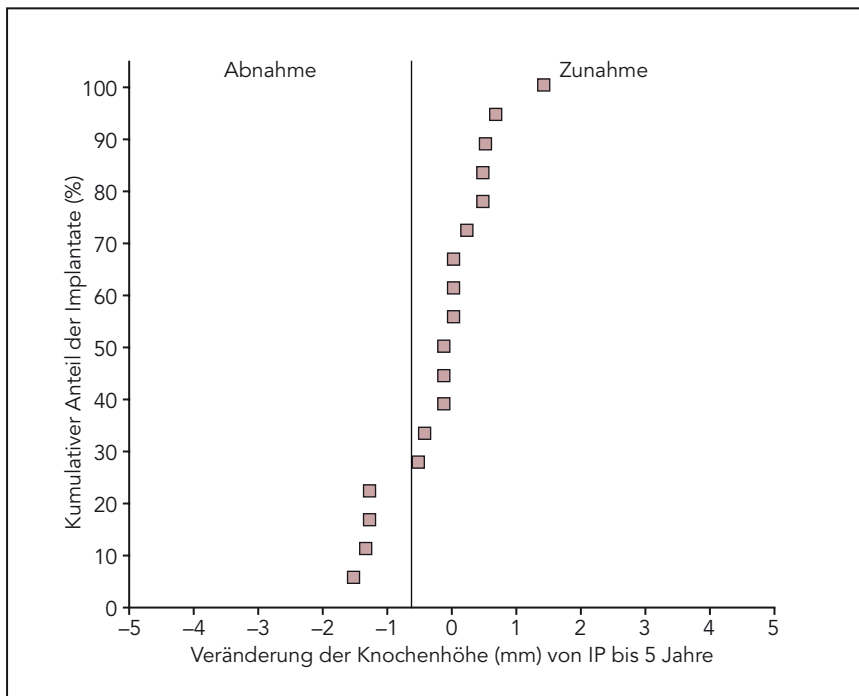
**Tabelle 1** Implantatpositionen

	Zentraler Schneidezahn	Lateraler Schneidezahn	Eckzahn	Erster Prä-molar	Zweiter Prä-molar	Gesamt
n	5	8	0	5	5	23
%	22	35	0	22	22	100

**Tabelle 2** Marginale Knochenhöhe (mm) an den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten

	IP	DR (IP + 12 Wochen)	IP + 1 Jahr	IP + 3 Jahre	IP + 5 Jahre
n	19	13	19	21	21
Mittelwert	0,57	0,84	1,09	0,65	0,67
SA	0,73	0,69	1,11	0,67	0,90
Maximum	2,3	1,9	3,6	2,0	3,6
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Median	0,2	0,6	0,5	0,3	0,5
P-Wert*		0,76	0,35	0,57	0,51

IP = Implantation, DR = definitive Restauration, SA = Standardabweichung.  
\*Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest.



**Abb. 3** Kumulative grafische Darstellung zur Veränderung der interproximalen Knochenhöhe zwischen dem Zeitpunkt der Implantation (IP) und der Kontrolle nach 5 Jahren.

nahm die interproximale Knochenhöhe weder zu noch ab, während sie bei vier Implantaten nach fünf Jahren um > 1 mm abgenommen hatte.

Die jeweiligen Indizes für die periimplantäre koronale Plaque und die Blutung beim Sondieren betrugen gleichbleibend ≤ 15 % (Tabelle 3).

Die direkte intraorale Messung der Papillen ergab eine Zunahme von etwa 1 mm im ersten Jahr nach der Implantation mit Sofortbelastung. Diese Zunahme der interproximalen Weichgewebe blieb über die fünf Jahre erhalten (Tabelle 4). Für die bukkalen Weichgewebe ergab die direkte Messung des Abstands von Inzisalkante und periimplantärem Mukosasaum eine geringfügige Abnahme ( $0,24 \pm 0,93$  mm [Durchschnitt und Standardabweichung]) im Lauf der fünf Jahre (Tabelle 5). Bei den Implantaten, die in augmentierten Knochen gesetzt wurden, nahm die Höhe des periimplantären Mukosasaums nach der Lappenmobilisation etwas stärker ab ( $-0,21 \pm 1,07$  mm) als bei den lappenlos gesetzten Implantaten ( $+0,46 \pm 0,80$ ).

## Diskussion

In der hier vorgestellten Studie wurden das Implantatüberleben und die Reaktion der periimplantären Weichgewebe untersucht, nachdem sofortbelastete Implantate kurz nach der Augmentation von Alveolarkämmen und Extraktionsalveolen gesetzt worden waren. Die Einheilungszeit nach der Augmentation mit demineralisiertem bovinem Knochenmineral und einer Kollagenmembran betrug vier bis sechs Monate. Anschließend konnten bei den meisten Patienten primärstabile Implantate gesetzt werden. Bei zwei der 25 Implantate, die für die 21 Patienten geplant waren, wurde jedoch keine Primärstabilität erreicht. Aufgrund der Sofortbelastung der Implantate ging nur ein Implantat frühzeitig verloren, sodass die Implantatüberlebensrate nach fünf Jahren mit 95,6 % sehr hoch war. In der dazu gehörenden prospektiven Studie zum Vergleich der Sofortbelastung von Implantaten in nicht transplantierten und transplantierten, abgeheilten Extraktions-

**Tabelle 3 Anteil der Oberflächen mit Blutung beim vorsichtigen Sondieren und Plaque**

	IP + 2 Wochen	IP + 8 Wochen	DR (IP + 12 Wochen)	IP + 1 Jahr	IP + 3 Jahre	IP + 5 Jahre
Blutung	1,1	4,6	2,5	2,4	15,5	10,7
Plaque	0,0	3,4	2,5	4,8	14,3	3,6

IP = Implantation; DR = definitive Restauration.

**Tabelle 4 Änderung der Papillenhöhe (mm) nach Implantation und Sofortbelastung\***

Papillen	Abformung (IP + 8 Wochen)		DR (IP + 12 Wochen)		IP + 1 Jahr		IP + 3 Jahre		IP + 5 Jahre	
	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D
n	21	21	20	20	21	21	21	21	21	21
Mittelwert	0,76	0,55	0,48	0,5	1,21	1,17	1,21	1,12	1,14	0,74
SA	0,97	0,79	1,03	1,25	1,02	1,0	1,11	1,11	0,92	1,46
Maximum	3,0	2,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Minimum	-1,0	-1,0	-1,5	-1,5	-0,5	-0,5	-1,5	-1,0	-1,0	-3,0
Median	0,5	0,5	0,5	0,75	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
P-Wert <sup>†</sup>	0,002	0,007	0,07	0,09	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,04

IP = Implantation, DR = definitive Restauration, M = mesial, D = distal, SA = Standardabweichung.

\*Positive Werte bedeuten eine Zunahme, negative Werte eine Abnahme.

<sup>†</sup>Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest.

alveolen wurde nach drei Jahren die gleiche hohe Überlebensrate (96 %) ermittelt<sup>13</sup>.

In ihrem systematischen Review zur Alveolarkammaugmentation und Implantation stellten Jensen und Terheyden<sup>14</sup> fest, dass mehrere Kombinationen aus Knochenersatzmaterialien und Augmentationsverfahren eine Implantation ermöglichen und mit einem hohen Implantatüberleben einhergehen. Ein anderes Review<sup>15</sup> kam zu dem Schluss, dass Knochen- transplantationen, wie sie in der hier vorgestellten Studie durchgeführt wurden, bei der Augmentation von Extraktionsalveolen effektiv sind. Die Autoren gaben an, dass bei einer Sofort- oder Frühimplantation Überlebensraten von > 95 % zu erwarten sind. In der vorliegenden Studie wurden bei der verzögerten Implantation ähnliche Werte für das Implantatüberleben und die Gewebestabilität

**Tabelle 5 Mittlere Veränderung (mm) der Höhe des Gingivasaums (bezogen auf die Inzisalkante) nach dem Einsetzen der definitiven Krone\***

	IP + 1 Jahr	IP + 3 Jahre	IP + 5 Jahre
n	20	21	21
Mittelwert	0,70	0,45	0,24
SA	1,13	1,14	0,93
Maximum	3,0	2,5	2,0
Minimum	-1,0	-2,0	-2,0
Median	0,75	0,5	0,0
P-Wert <sup>†</sup>	0,02	0,04	0,15

IP = Implantation, SA = Standardabweichung.

\*Positive Werte bedeuten eine Zunahme, negative Werte eine Abnahme.

<sup>†</sup>Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest.

ermittelt wie in diesem Review. Allerdings wurde in der assoziierten Studie unter Einbeziehung der Sofortimplantationen mit Sofortbelastung

eine vergleichbare Gewebestabilität beobachtet. Dies wirft Fragen hinsichtlich der grundlegenden Ursachen für diese Gewebestabilität und

der möglichen Gründe für eine Instabilität auf<sup>16</sup>. Die benannten Risikofaktoren – dünner gingivaler Biotyp, faziale Fehlposition des Implantats sowie dünne oder beschädigte faziale Knochenwand – wurden durch die Transplantation von knöchernen Defekten ausgeschlossen.

Jung et al.<sup>17</sup> verglichen Implantate in Alveolarkämmen, die mit oder ohne Zugabe von Bone Morphogenetic Protein-2 mit demineralisiertem bovinem Knochen-Allograft transplantiert wurden. In keiner der beiden Gruppen (insgesamt 34 Implantate bei 11 Patienten) gab es einen Misserfolg und das marginale Knochniveau änderte sich im Laufe von fünf Jahren nicht signifikant. In einer ähnlichen Studie wiesen Benić et al.<sup>18</sup> bei Implantaten, die sofort in augmentierten Knochen gesetzt wurden, eine Überlebensrate von 100 % nach. Für Implantate, die in nativen Alveolarknochen gesetzt wurden, betrug sie 94,1 %. Sie schlussfolgerten, dass Implantationen mit gleichzeitiger Knochenaugmentation bezüglich des Implantatüberlebens, der marginalen Knochenhöhe und der periimplantären Weichgewebeparameter keine schlechteren Ergebnisse erbrachten als Implantationen in nativen Knochen. Die Osseointegration der Implantate scheint durch das Vorhandensein von abgeheiltem oder einheilendem demineralisiertem Knochen-Allograft nicht beeinträchtigt zu werden. Der Gründe dafür sind vermutlich das reichliche Angebot an nativem Alveolarknochen, der das Implantat stützt, und/oder die Integrität der Osseointegration im regenerierten Knochen. Es muss erwähnt werden, dass in der vorgestellten Studie keine Eckzähne (oder traumatisch ausgerissene Zähne) durch Implantate ersetzt wurden, was eine umfangreichere Rekonstruktion des Alveolarkamms erforderlich gemacht und ein optimales ästhetisches Ergebnis erschwert hätte.

Es gibt hinreichend histologische Belege dafür, dass Titanimplantate in regenerierten Knochen integriert werden. In augmentierten Bereichen wirken sich verbliebene Xenograft- oder Allograft-Partikel nicht negativ auf den Knochen-Implantat-Kontakt aus. In einem Hundemodell waren Implantate, die in deproteinisiertes bovines Knochenmineral (DBBM; BioOss) gesetzt wurden, drei Monate nach der Transplantation genauso gut osseointegriert wie Implantate, die nach einer Einheilungszeit von vier Monaten in abgeheilten Knochen gesetzt wurden<sup>19</sup>. In einem Primatenmodell wurde die Osseointegration in Geweben, die mit DBBM und einer Kollagenmembran augmentiert wurden, bestätigt<sup>20</sup>. In einem Hundemodell mit künstlich erzeugten Defekten ergab die histologische Untersuchung, dass die periimplantären DBBM-Transplantate zu einem normalen Knochen-Implantat-Kontakt (30 bis 40 %) führten. Nach vier Monaten war allerdings ein Teil des neugebildeten Knochens wieder resorbiert<sup>21</sup>. Bio-Oss wurde wegen seiner osteokonduktiven Eigenschaften für die GBR von Dehiszenzdefekten empfohlen, um das vertikale und horizontale Knochenwachstum zu fördern. Norton et al.<sup>22</sup> zeigten, dass der neugebildete Knochen nach einer derartigen Augmentation zu etwa 25 % aus vitalem Knochengewebe (und etwa 25 % residueller Matrix) bestand und dieses Gewebe die erfolgreiche Osseointegration (97 %) dentaler Implantate unterstützte.

Die Bedeutung der Transplantatmaterialien für die Osseointegration von Implantaten wird kontrovers beurteilt. In einem Hundemodell mit bukkal angelegten Defekten wurde in den mit DBBM transplantierten Bereichen kein signifikanter Knochen-Implantat-Kontakt erzielt<sup>23</sup>. Bei ihrer aktuellen Beurteilung des Knochen-Implantat-Kontakts an Mikroimplantaten in transplantierten Bereichen

ermittelten Browaeys et al.<sup>24</sup> eine schlechte Osseointegration in Sinuslifts mit Bio-Oss-haltigen Transplantaten. Dieses Ergebnis ist vermutlich nicht auf dieses Material beschränkt: Spin-Neto et al.<sup>25</sup> beobachteten bei der Verwendung eines Allografts ähnliche Einschränkungen der klinischen Osseointegration. Rasmuson et al.<sup>26</sup> fanden beim direkten Vergleich der Stabilität und des Überlebens von Implantaten in transplantiertem und intaktem Oberkieferknochen keine Unterschiede. In der hier vorgestellten Studie könnte das hohe Implantatüberleben darauf beruhen, dass ein Großteil der Implantate in nativen Alveolarknochen gesetzt wurde. Mit dem hier verwendeten Protokoll wird eine klinische Regeneration des Alveolarknochens mit nachfolgender Osseointegration dentaler Implantate erreicht.

Die Einheilungszeit nach der Augmentation war in der vorliegenden Studie mit vier bis sechs Monaten recht kurz. Es gibt Hinweise, wonach für die Konsolidierung von xenogenen Knochentransplantaten keine längeren Einheilungszeiten erforderlich sind. Allerdings ist in diesem Zeitraum natürlich keine vollständige Integration oder Resorption des Xenografts möglich. Dies zeigt sich gelegentlich auch im klinischen Alltag, wenn bei der Osteotomie für eine Implantation intakte Xenograft-Partikel aus dem heilenden Gewebe entfernt werden. Eine längere Einheilungszeit würde eine weitere Konsolidierung des Transplantats begünstigen und das intraoperative Vorgehen erleichtern. Das hohe Implantatüberleben und die periimplantäre Gewebestabilität über einen Zeitraum von fünf Jahren zeigen jedoch, dass vor oder auch weiterhin nach der Implantation, Sofortbelastung und funktionellen Belastung eine ausreichende Konsolidierung stattfand.

Die logistischen und zeitlichen Vorteile einer Sofortbelastung vier



bis sechs Monaten nach der Alveolarkammaugmentation verdienen eine nähere Betrachtung. Zunächst einmal sollte eine Implantation in eine Alveole oder einen defizienten Alveolarkamm bei Bedarf immer zugunsten einer Augmentation verschoben werden. Außerdem vereinfacht eine vorausgegangene Augmentation die Implantation und erlaubt einen Weichgewebeverschluss nach der Transplantation. Und schließlich verkürzt eine Sofortbelastung des vor Kurzem transplantierten Bereichs die Behandlungsdauer bei einem offensichtlich nur gering erhöhten Risiko für einen Implantatmisserfolg oder Weichgewebekomplikationen. Dieser Ansatz entspricht vom zeitlichen Ablauf her der Sofortimplantation nach Zahnextraktion und der Frühimplantation nach bukkaler Knochenaugmentation mit demineralisiertem Xenograft und einer Kollagenmembran ohne Sofortbelastung<sup>4</sup>. Beide Ansätze sehen vor der Implantation und Restauration eine Einheilungszeit von mindestens sechs Monaten mit weiter bestehender Zahnlücke vor. Der Vergleich der 5-Jahres-Ergebnisse von Frühimplantationen mit denen des hier vorgestellten Ansatzes ergibt in beiden Fällen eine hohe Implantatüberlebensrate und Stabilität der bukkalen Gewebe. Die hier beobachtete Zunahme der interproximalen Weichgewebe (Papille) wird in den Frühbelastungsprotokollen nicht beschrieben. Beide Verfahren umfassen die Mobilisierung eines Mukoperiostlappens an den angrenzenden Zähnen, wobei die interproximalen Gewebeveränderungen in der vorliegenden Studie sowohl bei den Lappenoperationen (n = 7) als auch bei den lappenlosen Eingriffen (n = 16) beobachtet wurden. Die interproximalen Gewebeunterschiede sind minimal und wirken sich wohl eher nicht auf die berichteten hohen ästhetischen Werte aus<sup>27</sup>. Allerdings sollte weiter untersucht werden, welche Be-

deutung der Zeitpunkt der Belastung für die periimplantäre Mukosa hat.

Das Titanabutment, das im hier durchgeführten Restaurationsprotokoll verwendet wurde, trug nicht nur das Provisorium, sondern auch die definitive Krone. Deswegen mussten die provisorischen Kronen zementiert werden. Die Gefahren einer zementbedingten periimplantären Entzündung wurden zwar bereits vor fast 20 Jahren von Walton und Mitarbeitern<sup>28</sup> erkannt und werden inzwischen als ernstes Problem gesehen, dessen Auswirkungen jedoch kontrovers beurteilt werden<sup>29</sup>. Bei der Zementierung implantatgetragener Kronen besteht die höchste Gefahr für eine Zementretention. Der überschüssige Zement muss auf jeden Fall entfernt werden. Die hier vorgestellten Daten erlauben zwar keine Rückschlüsse auf Zementretentionen und Zemententfernung, die geringe Inzidenz von Entzündungen (Blutung beim Sondieren) und das Fehlen signifikanter Weichgewebekomplikationen lassen jedoch vermuten, dass das Austreten von Zement wirkungsvoll verhindert wurde. Die Alveolarkammtransplantation ermöglicht oft eine alternative Implantatausrichtung, sodass eine verschraubte Krone verwendet werden kann. Dieses therapeutische Konzept wurde zwar bei der hier beschriebenen Patientengruppe nicht durchgeführt, geht aber mit mehreren Vorteilen (keine Zementierung) einher.

### Schlussfolgerungen

Die Alveolarkammaugmentation mit DBBM und einer Kollagenmembran in lokalen unbezahnten Bereichen schaffte vor einer Implantation ein ausreichendes Knochenangebot für eine Implantation und erfolgreiche Osseointegration und stützte über einen Zeitraum von fünf Jahren die Weichgewebeshöhe auch auf der

bukkalen Seite. Die Sofortimplantation und Sofortbelastung von Implantaten in regenerierten Alveolen führte zu einer hohen Überlebensrate der Implantate sowie zu stabilen interproximalen Papillen und bukkalen Weichgewebestruktur.

### Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

### Literatur

- den Hartog L, Slater JJ, Vissink A, Meijer HJ, Raghoobar GM. Treatment outcome of immediate, early and conventional single-tooth implants in the aesthetic zone: A systematic review to survival, bone level, soft-tissue, aesthetics and patient satisfaction. *Clin Periodontol* 2008;35:1073–1086.
- Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical and esthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(suppl 6):2–21
- Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: The pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:639–644.
- Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol* 2009;80:140–151.
- Raes F, Cooper LF, Tarrida LG, Vandromme H, De Bruyn H. A case-control study assessing oral-health-related quality of life after immediately loaded single implants in healed alveolar ridges or extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23:602–608.
- Cooper LF, Raes F, Reside GJ, et al. Comparison of radiographic and clinical outcomes following immediate provisionalization of single-tooth dental implants placed in healed alveolar ridges and extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:1222–1232.

7. Cosyn J, Sabzevar MM, De Bruyn H. Predictors of inter-proximal and midfacial recession following single implant treatment in the anterior maxilla: A multivariate analysis. *J Clin Periodontol* 2012;39:895–903.
8. Buser D, Chappuis V, Bornstein MM, Wittneben JG, Frei M, Belser UC. Long-term stability of contour augmentation with early implant placement following single tooth extraction in the esthetic zone: A prospective, cross-sectional study in 41 patients with a 5- to 9-year follow-up. *J Periodontol* 2013;84:1517–1527.
9. Meijndert L, Raghoobar GM, Meijer HJ, Vissink A. Clinical and radiographic characteristics of single-tooth replacements preceded by local ridge augmentation: A prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:1295–1303.
10. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants—A Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2009;2:167–184.
11. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):237–259.
12. Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M; Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(suppl 5):80–82.
13. De Bruyn H, Raes F, Cooper LF, et al. Three-years clinical outcome of immediate provisionalization of single Osseospeed implants in extraction sockets and healed ridges. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:217–223.
14. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: Clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):218–236.
15. Chen ST, Buser D. Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):186–217.
16. Cosyn J, Hooghe N, De Bruyn H. A systematic review on the frequency of advanced recession following single immediate implant treatment. *J Clin Periodontol* 2012;39:582–589.
17. Jung RE, Windisch SI, Eggenschwiler AM, Thoma DS, Weber FE, Hämmerle CH. A randomized-controlled clinical trial evaluating clinical and radiological outcomes after 3 and 5 years of dental implants placed in bone regenerated by means of GBR techniques with or without the addition of BMP-2. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:660–666.
18. Benić GI, Jung RE, Siegenthaler DW, Hämmerle CH. Clinical and radiographic comparison of implants in regenerated or native bone: 5-year results. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:507–513.
19. Berglundh T, Lindhe J. Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-Oss. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:117–124.
20. Hämmerle CHF, Chiantella GC, Karring T, Lang NP. The effect of a deproteinized bovine bone mineral on bone regeneration around titanium dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:151–162.
21. De Santis E, Botticelli D, Pantani F, Pereira FP, Beolchini M, Lang NP. Bone regeneration at implants placed into extraction sockets of maxillary incisors in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:430–437.
22. Norton MR, Odell EW, Thompson ID, Cook RJ. Efficacy of bovine bone mineral for alveolar augmentation: A human histologic study. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:775–783.
23. Carmagnola D, Berglundh T, Araújo M, Albrektsson T, Lindhe J. Bone healing around implants placed in a jaw defect augmented with Bio-Oss. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2000;27:799–805.
24. Browaeys H, Vandeweghe S, Johansson CB, Jimbo R, Deschepper E, De Bruyn H. The histological evaluation of osseointegration of surface enhanced microimplants immediately loaded in conjunction with sinuslifting in humans. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:36–44.
25. Spin-Neto R, Stavropoulos A, Coletti FL, Faeda RS, Pereira LA, Marcantonio E Jr. Graft incorporation and implant osseointegration following the use of autologous and fresh-frozen allogeneic block bone grafts for lateral ridge augmentation. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:226–233.
26. Rasmusson L, Thor A, Sennerby L. Stability evaluation of implants integrated in grafted and nongrafted maxillary bone: A clinical study from implant placement to abutment connection. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:61–66.
27. Buser D, Halbritter S, Hart C, et al. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. *J Periodontol* 2009;80:152–162.
28. Pauletto N, Lahiffe BJ, Walton JN. Complications associated with excess cement around crowns on osseointegrated implants: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:865–868.
29. de Brandão ML, Vettore MV, Vidigal Júnior GM. Peri-implant bone loss in cement- and screw-retained prostheses: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2013;40:287–295.