



Sofortimplantation und Sofortversorgung nach Wurzellängsfraktur mit vollständigem Verlust der fazialen Knochenlamelle



Robert Nölken, Dr. med. dent. *
Martin Kunkel, Prof. Dr. med., Dr. med. dent. **
Wilfried Wagner, Prof. Dr. med., Dr. med. dent. ***

Ziel dieser Studie war es, die Anwendbarkeit einer lappenfreien Operationstechnik zur Sofortimplantation mit simultaner Kammaugmentation und provisorischer Sofortversorgung bei Patienten zu untersuchen, bei denen aufgrund einer Wurzellängsfraktur die faziale Knochenlamelle vollständig verloren gegangen war. 16 Patienten mit diesem Befund erhielten insgesamt 18 NobelPerfect-Implantate. Die Implantate wurden simultan mit einer subperiostalen Kammaugmentation mit autologen Knochenspänen inseriert und sofort provisorisch versorgt. Der Beobachtungszeitraum betrug 13 bis 36 Monate. Die Ergebnisvariablen waren der Implantaterfolg, das marginale Knochenniveau und der Pink Esthetic Score (PES). Alle Implantate erreichten eine ausgezeichnete Primärstabilität. Es gab keine Implantatverluste. Im Allgemeinen stabilisierte sich das approximale Knochenniveau 1,0 bis 1,3 mm über der ersten Implantatwindung. Digitale Volumentomogramme der 16 Implantate bestätigten die Regeneration der fazialen Lamelle bei fast allen Patienten. Die marginale Weichgewebsästhetik war im Großen und Ganzen erhalten geblieben, wie der PES zeigte (durchschnittlicher postoperativer PES: 12,5). Die Mundhygiene stellte einen wesentlichen Erfolgsfaktor für das ästhetische Ergebnis dar. Die Überlebensraten, das marginale Knochenniveau und die ästhetischen Ergebnisse belegen die Anwendbarkeit dieser neuen, lappenlosen Technik zur Sofortimplantation bei Patienten mit vollständigem Verlust der fazialen Knochenlamelle. Der Mundhygienestatus kann als negativer prognostischer Faktor für das ästhetische Ergebnis betrachtet werden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2011;31:175-183.)

- * Fachzahnarzt für Oralchirurgie, Lindau/Bodensee, Deutschland; Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Deutschland.
- ** Professor und Direktor, Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie, Ruhr-Universität Bochum, Deutschland.
- *** Professor und Direktor, Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Deutschland.

Korrespondenz an: Dr. Robert Nölken, Paradiesplatz 7-13, 88131 Lindau/Bodensee, Deutschland; Fax: +49 8382 944031; E-Mail: praxis@dr-noelken.de

Ein Knochenverlust infolge einer Wurzellängsfraktur¹⁻³ stellt in der oralen Implantologie eine große Herausforderung dar. Da die mikrobiologischen und mechanischen Spätfolgen von Wurzellängsfrakturen üblicherweise den Verlust von Alveolarknochen induzieren – meist kommt es zur vollständigen Resorption der fazialen Knochenlamelle⁴ – werden die typischen Voraussetzungen für eine Sofortimplantation und insbesondere für eine Sofortbelastung meist nicht erfüllt^{5, 6}.

Deshalb erfolgt eine Implantatversorgung häufig als zwei- oder dreizeitiges Verfahren⁷⁻¹⁰. Mehrstufige Therapieansätze haben allerdings in Bezug auf den Erhalt des verbliebenen Knochenniveaus^{11, 12} und der marginalen Gingivakontur^{13, 14} wesentliche Nachteile. Die erheblichen resorptiven Veränderungen zeigen deutlich, dass die langfristigen ästhetischen Ergebnisse beeinträchtigt werden¹⁵⁻¹⁷. Eine Sofortimplantation und provisorische Sofortversorgung tragen erheblich zum Erhalt der marginalen Struktur bei¹⁸⁻²¹. Aufgrund der erstaunlich ästhetischen Ergebnisse, die in einer kürzlich veröffentlichten Serie zu NobelPerfect-Implantaten erzielt wurden²², beschlossen die Autoren, das Konzept der Sofortimplantation und provisorischen Sofortversorgung auf die schwierige

Situation der Wurzellängsfraktur zu übertragen. Das Behandlungskonzept entstand aus der Beobachtung, dass eine Schicht von autologen Knochenspänen, die in den Spalt zwischen Implantat und fazialem Weichgewebe inseriert worden war, zur Rekonstruktion einer stabilen fazialen Knochenschicht geführt hatte, unabhängig von der Dimension des fazialen Knochendefekts.

Ziel dieser Studie war es, die Wirkungsweise einer neuen, lappenlosen Technik zur Sofortimplantation bei Patienten mit einem vollständigen Verlust der fazialen Knochenlamelle systematisch zu untersuchen. Insbesondere werden hier die Implantaterfolgsraten festgehalten und die klinischen, röntgenologischen und ästhetischen Ergebnisse in einem Beobachtungszeitraum von 13 bis 36 Monaten vorgestellt.

Material und Methoden

Von April 2004 bis Dezember 2006 wurden 16 Patienten (fünf Männer, 11 Frauen; Durchschnittsalter 43 Jahre; Bereich 25 bis 64 Jahre) in diese Studie eingeschlossen. Die Einschlusskriterien lauteten: Zahnverlust in der ästhetischen Zone infolge einer Wurzellängsfraktur, vollständiger Verlust der fazialen Knochenlamelle, zu erwartende hohe Primärstabilität und der Wunsch nach einer provisorischen Sofortversorgung. Die Ausschlusskriterien lauteten: frühere Bestrahlungstherapie, systemische Knochenerkrankungen und Dauermedikation mit Immunsuppressiva.

Insgesamt wurden 18 Implantate inseriert. In der Anfangsphase der Studie erhielten die Patienten NobelPerfect-Implantate (Nobel Biocare) mit einem 1,5 mm breiten, maschinell gefertigten girlandenförmigen Hals ($n = 3$). Ab November 2005 wurden NobelPerfect-Groovy-Implantate

(Nobel Biocare) mit girlandenförmigem Hals und einer TiUnite-Oberflächenbeschichtung inseriert ($n = 15$). 13 Implantate ersetzten Oberkiefer-schneidezähne, fünf Implantate wurden im Bereich der oberen ersten Prämolaren inseriert.

Chirurgisches Vorgehen

Alle Eingriffe erfolgten nach einem lappenlosen Protokoll. Die hoffnungslosen Zähne wurden vorsichtig extrahiert, sodass die laterale und die orale Alveolenwand und die gingivale Architektur so weit wie möglich erhalten blieben. Anschließend wurden die Implantatlager entsprechend den Herstelleranweisungen präpariert. Die Implantate wurden in Kontakt zur oralen Lamelle der Alveole inseriert. Der Hals des girlandenförmigen Implantats wurde etwa 2 mm apikal des marginalen Weichgeweberands positioniert. In allen Bereichen konnten 16 mm lange Implantate inseriert werden. Der Durchmesser betrug bei vier Implantaten 3,5 mm, bei sieben Implantaten 4,3 mm und bei weiteren sieben Implantaten 5,0 mm. Um die faziale Knochenkontur wiederherzustellen, wurden simultan mit einem Plugger Knochenspäne tief in den fazialen Defekt kondensiert. Alle autologen Knochentransplantate wurden im Unterkieferwinkel entnommen. Es wurden keine zusätzlichen Weichgewebetransplantate verwendet.

Sofortversorgung

Bei Patienten mit Einzelzahnersatz wurden konfektionierte Prothesenzähne auf Titanabutments adaptiert. Bei Ersatz mehrerer Zähne wurden die provisorischen Versorgungen im Labor angefertigt. Die Provisorien hatten keinen okklusalen Kontakt.

Zur ergänzenden Stabilisierung wurden alle Implantate geschient. Zur perioperativen Antibiotikaprophylaxe nahmen die Patienten (eine Woche lang ab zwei Tage präoperativ) Clindamycin ein.

Nach mindestens drei Monaten wurden die definitiven Versorgungen mit Keramikverblend- oder Procera-Zirkonoxid-Technik (Nobel Biocare) angefertigt und mit einem dauerhaften provisorischen Zement (Improv, Alvelogro) oder einem Glasionomerezement (Ketac-Cem, 3M ESPE) befestigt.

Nachbeobachtung und Definition der Ergebnisvariablen

Die Patienten wurden zum Zeitpunkt der Implantatinsertion sowie mindestens weitere 13 Monate nachbeobachtet. Die wichtigsten Ergebnisvariablen lauteten:

- Implantaterfolg nach den von Buser et al.²³ aufgestellten Kriterien.
- Periimplantäre Sondierungstiefen, die an sechs Stellen um die Implantate (mesiofazial, fazial, distofazial, mesiolingual, lingual, distolingual) gemessen wurden.
- Status des approximalen marginalen Knochenniveaus, ermittelt anhand von digitalen Röntgenaufnahmen mit einem kommerziellen Rinn-Filmhalter. Dabei wurden die vertikale Distanz zwischen dem mesialen und dem distalen Knochenniveau und der äußeren Prominenz des ersten Gewindengangs gemessen. Ein Attachmentniveau krestal des ersten Gewindengangs galt als positiver Wert.
- Status des fazialen Knochenniveaus, festgestellt anhand von DVT-Aufnahmen. Hier wurde speziell das Knochenniveau anhand der Rekonstruktion entlang der Längsachse der Implantate ermittelt.

- Der Sulkusblutungsindex (SBI) nach Mühlemann und Son²⁴, erhoben vor dem Eingriff und bei jedem Nachbeobachtungstermin.
- Der Pink Esthetic Score (PES) nach Fürhauser et al.²⁵, erhoben vor dem Eingriff und bei jedem Nachbeobachtungstermin.

Statistische Analyse

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten wurden nach der Kaplan-Meier-Methode geschätzt. Endpunkt der Studie war der Implantatmisserfolg nach den von Buser et al.²³ aufgestellten Kriterien. Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen dem marginalen Knochenniveau und dem PES wurden Rangkorrelationen nach Spearman verwendet. Subpopulationen innerhalb der Studiengruppe (verbessertes im Vergleich zum niedrigeren PES) wurden mit nicht parametrischen U-Tests verglichen. Paarige Beobachtungen (orale im Vergleich zur fazialen Sondierungstiefe, prä- im Vergleich zum postoperativen PES) wurden mit dem Wilcoxon-Test für Paardifferenzen verglichen. Die erhobenen P-Werte waren zweiseitig. Für alle Berechnungen wurde SPSS für Windows (Version 12, IBM) verwendet.

Ergebnisse

Alle Patienten nahmen bis zum Ende des Beobachtungszeitraums teil. Obwohl die faziale Knochenlamelle vollständig fehlte, waren alle Implantate ausreichend primär stabil, um eine provisorische Sofortversorgung eingliedern zu können. In Abbildung 1 ist das Behandlungsprotokoll für einen Einzelzahnersatz dargestellt. In Abbildung 2 werden die präoperative Ansicht und das definitive Ergebnis des Patienten mit dem

Abb. 1 Behandlungsprotokoll für den Einzelzahnersatz.



Abb. 1a Ausgangssituation: klinische Ansicht des rechten mittleren Schneidezahns. Das marginale Gewebe ist leicht angeschwollen.



Abb. 1b Nach der Extraktion des betroffenen Zahns war eine Wurzellängsfraktur zu erkennen.

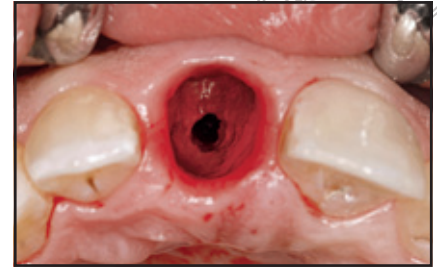


Abb. 1c Intraoperative Ansicht nach Entfernung des Zahns. Die gesamte faciale Lamelle war resorbiert.

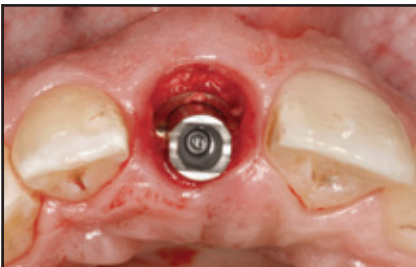


Abb. 1d (links) Intraoperative Ansicht nach Rekonstruktion der facialen Lamelle mit autologen Knochenspänen aus dem Unterkieferwinkel. Das Knochentransplantat war leicht überdimensioniert, um nach der Konsolidierungsphase eine günstige marginale Kontur zu erreichen.

Abb. 1e (rechts) DVT-Aufnahme 5 Monate nach der Implantatinserterion. Die 3D-Abbildung in der sagittalen Ansicht zeigt die vollständige Regeneration der facialen Knochenlamelle.



Abb. 1f und 1g (links) Klinische und (rechts) röntgenologische Ergebnisse 19 Monate nach der Sofortimplantation, provisorischen Sofortversorgung und Eingliederung der definitiven Versorgung. Das Implantat ist vollständig osseointegriert und es ist ein günstiges marginales Knochenniveau mit etwa 1,5 mm koronal der ersten Windung zu verzeichnen.

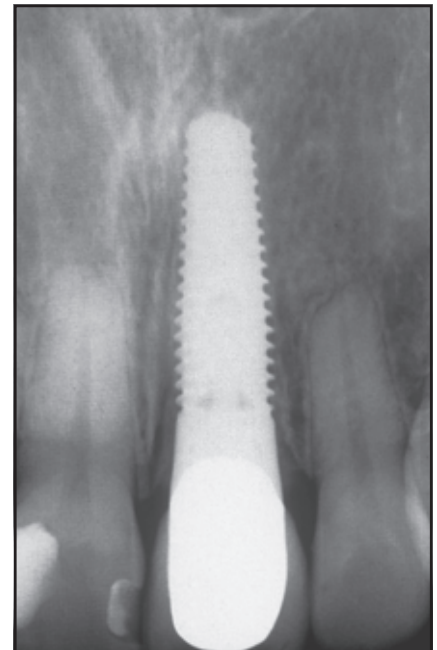


Abb. 2 Patient mit dem schlechtesten klinischen Ergebnis der Fallserie.



Abb. 2a Ausgangssituation: Die klinische Ansicht zeigt eine Wurzellängsfraktur mit vollständigem Verlust der fazialen Lamelle, eine Fistel und einen Rezessionsdefekt.

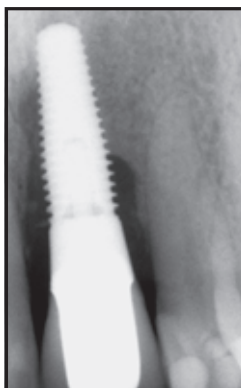


Abb. 2b Radiologisches Ergebnis 15 Monate nach der Sofortimplantation; fortgeschrittener Knochenverlust durch Überpressen von Zement.



Abb. 2c Klinische Ansicht bei der Abschlussuntersuchung. Trotz der starken Knochenresorption lag keine Entzündung vor. Das marginale Weichgewebenniveau hatte sich verbessert, aber der Gesamt-PES-Wert war unverändert.

schlechtesten klinischen Ergebnis für das marginale Knochniveau gezeigt. Dieses Implantat wurde wegen des exzessiven Knochenabbaus als Misserfolg eingestuft.

Implantaterfolg

Innerhalb des Beobachtungszeitraums (13 bis 36 Monate, Median 22 Monate) musste kein Implantat entfernt werden. Außer bei einem Patienten trat kein größerer marginaler Knochenverlust auf (Abb. 2). In der retrospektiven Analyse stellte sich heraus, dass der exzessive Knochenabbau bei diesem Patienten entstanden war, weil bei der Eingliederung der definitiven Versorgung Zement in den Sulkus überpresst worden war, was zunächst nicht erkannt wurde. Vier Monate später stellte sich der Patient mit einem putriden sulkulären Exsudat erneut vor. Obwohl der Zement entfernt und eine sekundäre Augmentation vorgenommen wurde, kam es nicht zu einer Defektre-

generation. Bei der Abschlussuntersuchung war weder das ästhetische Ergebnis des Implantats beeinträchtigt noch war eine erneute Exsudation aufgetreten (Abb. 2c). Dennoch wurde dieses Implantat als Misserfolg eingestuft. Die Erfolgsrate betrug gemäß den Kriterien von Buser et al.²³ 94 % (durchschnittliches Überleben: 34 Monate; 95 % Konfidenzintervall, 31 bis 38 Monate) (Abb. 3).

Sondierungstiefe

Die durchschnittliche periimplantäre Sondierungstiefe betrug 3,7 mm (fazial) bis 4,6 mm (distolingual). Die Sondierungstiefen an der fazialen Seite (durchschnittlich 3,7 mm) im Vergleich zur lingualen Seite (durchschnittlich 3,9 mm) wiesen nicht auf ein niedrigeres Knochniveau im fazialen Bereich hin. Im Gegensatz dazu war die distolinguale Sondierungstiefe etwas höher als die distofaziale (4,6 mm vs. 4,2 mm), es war also ein moderater Trend ($P = 0,073$,

Wilcoxon-Test für Paardifferenzen) erkennbar. Die Daten zeigen somit keine relevanten Unterschiede zwischen dem marginalen Gewebenniveau an der vorhandenen und der rekonstruierten fazialen Seite der Implantate. Bei dem Patienten, dessen Implantat als Misserfolg eingestuft wurde (Abb. 2), wurden Sondierungstiefen von bis zu 9 mm gemessen.

Marginales Knochniveau

Bezogen auf die Kontur der ersten Windung betrug das durchschnittliche approximale marginale Knochniveau am Implantat mesial 1,3 mm (Bereich: -2,6 bis 2,7 mm) und distal 1,0 mm (Bereich: -3,9 bis 3,1 mm). Die entsprechenden Werte bei dem Misserfallsfall betragen -2,6 und -3,9 mm. Unter Ausschluss dieses Falls betrug das durchschnittliche approximale marginale Knochniveau mesial 1,6 mm (Bereich: 0,0 bis 2,7 mm) und distal 1,3 mm (Bereich: 0,0 bis 3,1 mm).

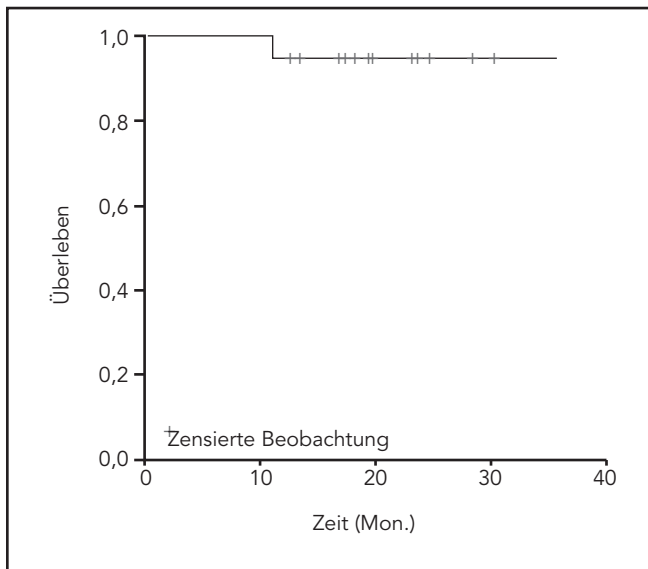


Abb. 3 Kaplan-Meier-Schätzung für das Implantatüberleben.

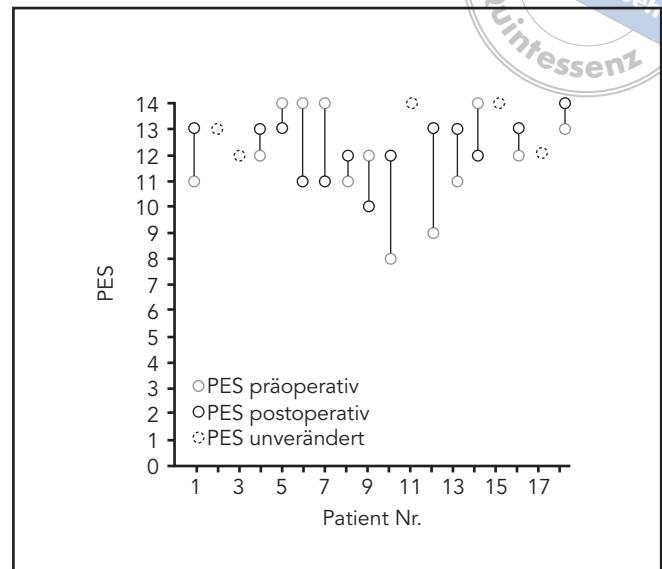


Abb. 4 Prä- und postoperative PES-Werte. Bei etwa 70 % der Implantate war der ästhetische Status im Vergleich zur Ausgangssituation verbessert oder erhalten geblieben.

Wenn das approximale marginale Knochenniveau als Funktion der Zeit betrachtet wurde, gab es keine Korrelation zwischen dem marginalen Knochenstatus und der Länge des Nachbeobachtungszeitraums ($r = -0,368$, $P = 0,133$; Spearman-Rangkorrelationskoeffizient).

Zu 16 Patienten lagen DVT-Aufnahmen aus dem Beobachtungszeitraum vor. Die Rekonstruktion von bis zu 10 Schnittbildern in der Längsachse der Implantate bestätigte die Regeneration der facialen Knochenlamelle bei allen Patienten (Abb. 1e). Allerdings deuteten bei vier Patienten einzelne Schnittbilder auf kleine, längs verlaufende Zonen einer unvollständigen Knochendeckung in der Mittellinie der facialen Wölbung hin, die 0,5 bis 1,0 mm breit waren.

PES

Bei acht Implantaten wurde eine Verbesserung des PES festgestellt. Bei fünf Implantaten war der ästhetische Status unverändert, bei weiteren fünf wurde eine leichte bis moderate Verschlechterung beobachtet (Abb. 4). Insgesamt wurde also der PES durch die Intervention nicht verändert ($P = 0,646$, Wilcoxon-Test für Paardifferenzen). Bei der Abschlussuntersuchung betrug der durchschnittliche PES 12,5 (Bereich: 10,0 bis 14,0), während der präoperative PES im Durchschnitt 12 betragen hatte (Bereich: 8,0 bis 14,0). Die detaillierten PES-Variablen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Integrität der gingivalen Architektur blieb also bei dieser lappenlosen Methode weitgehend erhalten. Die kritischste PES-Variable war in dieser Kohorte die Kontur des Jugulums. Bei

12 Implantaten blieb das natürliche Erscheinungsbild erhalten, bei sechs anderen zeigte sich ein leichter bis moderater Verlust der knöchernen Kontur.

Bei der Betrachtung der potenziellen Determinanten des PES zeigte sich, dass weder demografische noch anamnestische Daten noch das approximale marginale Knochenniveau für eine Prognose des ästhetischen Ergebnisses herangezogen werden konnten. Der Sulkusblutungsindex (SBI) hing jedoch stark mit dem ästhetischen Ergebnis zusammen. Ein höherer SBI war ein Indikator dafür, dass eine Abnahme des PES wahrscheinlich war und umgekehrt ($P = 0,002$, U-Test) (Abb. 5).

Tabelle 1 Durchschnittliche prä- und postoperative PES-Werte		
Variable	Präoperativ	Postoperativ
Mesiale Papille	1,7	1,6
Distale Papille	1,6	1,7
Niveau des marginalen Weichgewebes	1,7	1,7
Weichgewebekontur	1,8	2,0
Kontur des Jugulums	1,9	1,6
Weichgewebefarbe	1,8	1,9
Weichgewebetextur	1,7	2,0
Gesamt	12,2	12,5

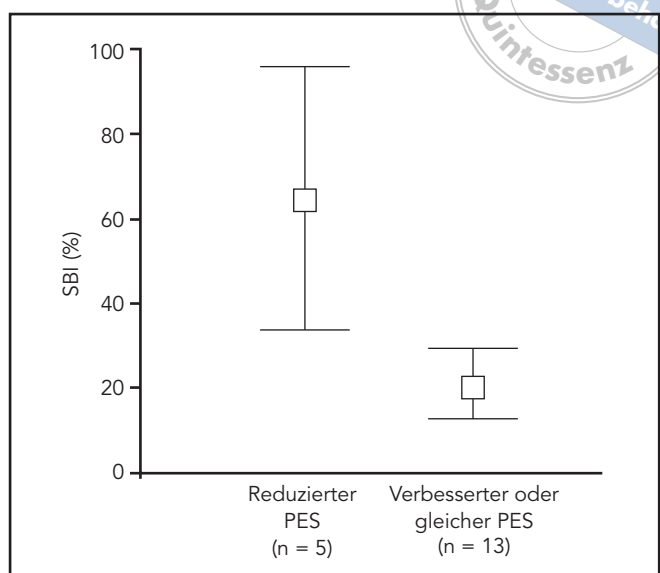


Abb. 5 SBI in Relation zum ästhetischen Ergebnis. Wurden die Implantate mit postoperativ reduzierten PES-Werten mit Implantaten mit besseren oder gleichen Werten verglichen, ergab sich der präoperative SBI als einziger prognostischer Parameter.

Diskussion

In dieser Analyse wurde die klinische Wirkungsweise einer neuen, lappenlosen Technik zur Sofortimplantation und Augmentation bei Patienten mit vollständigem Verlust der fazi- alen Knochenlamelle untersucht. Es gibt nur wenige Berichte zu diesem klinischen Thema. Evian et al.²⁶ beschrieben das therapeutische Management der Sofortimplantation in Bereichen von periapikalen Defiziten, wenn der marginale Knochen erhalten war. Sie bildeten einen Lappen im apikalen Bereich, ohne die Integrität des koronalen Knochens und der Gingiva zu gefährden. Allerdings ist diese Technik für vollständige fazi- ale Knochendefekte nicht geeignet.

Daher wurde für die Rekonstruktion der gesamten fazi- alen Alveolarwand eine lappenlose Vorgehensweise mit

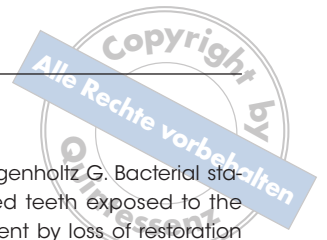
einer subperiostalen Knochenaug- mentation mit Knochenchips kom- biniert. Dieses Behandlungskonzept ermöglicht eine kontinuierliche knö- cherne Unterstützung der margina- len Gingiva und beugt einem Kollaps der marginalen Kontur vor.

Da die Primärstabilität der Schlüs- sel zum Erfolg einer provisorischen Sofortversorgung ist, wurden 16 mm lange Implantate verwendet. Sie wur- den an den Nachbarzähnen oder anderen Implantaten geschient, um die maximal mögliche Verankerung sicherzustellen und die Belastung auf den umgebenden Knochen zu verteilen²⁷.

Unklar ist, ob das spezielle Design und die Oberfläche der Implantate oder das chirurgische Konzept der Schlüssel zur Abstützung der margi- nalen Kontur und zur Regenerati- on der Knochenlamelle ist. Obwohl

alle Patienten größere Defekte der fazi- alen Knochenlamelle aufwiesen, entsprachen die klinischen Ergeb- nisse denjenigen, die bei Patienten mit günstigen knöchernen Bedin- gungen für die Sofortbelastung von Implantaten mit einer Standardplatt- form^{5, 6, 18-21} oder Implantaten mit girlandenförmiger Schulterform²⁸⁻³² verzeichnet werden. Mit den Erfolgs- raten, dem erreichten marginalen Knochenniveau und den ästheti- schen Ergebnissen wird der Beweis angetreten, dass diese neue, lapa- penlose Technik zur Sofortimplanta- tion und Augmentation geeignet ist (Proof of Principle).

Es ist bemerkenswert, dass die Er- gebnisse völlig anders ausfielen als in mehreren früheren Berichten³³⁻³⁵, in denen eine Beeinträchtigung des Weichgewebes und eine gingivale Rezession als kaum vermeidbar ge-



schildert wurden, unabhängig davon, ob die provisorische Versorgung sofort³⁵ oder verzögert³³ erfolgte. Es gibt allerdings einige grundlegende Unterschiede zwischen diesen Studien und der vorliegenden Fallserie. In der vorliegenden Studie blieb die gingivale Architektur erhalten und die Implantate wurden an der linguale Seite der Alveolarkammkontur inseriert, um eine Knochenregeneration innerhalb des Alveolarkambogens zu ermöglichen. Weiterhin wurde auf allogenes Knochenersatzmaterial verzichtet. Insgesamt bieten diese Details vermutlich eine Erklärung für das recht stabile ästhetische Ergebnis, da sie alle dazu beitragen, eine entzündliche Reaktion zu minimieren. Diese könnte sonst eine erneute Knochenresorption und einen Weichgewebekollaps verursachen.

Da diese Fallserie auf Wurzellängsfrakturen beschränkt blieb, wurde nur eine begrenzte Anzahl an Patienten in diese Kohorte aufgenommen. Trotz der kleinen Patientenzahl war offensichtlich, dass die Mundhygiene einen relevanten prognostischen Faktor für das ästhetische Ergebnis darstellt.

Obwohl die Ergebnisse vielversprechend sind, bleibt implantatgestützter Zahnersatz in der ästhetischen Zone immer noch ein schwieriges Unterfangen. Dies gilt besonders, wenn der Alveolarknochen infolge einer entzündlichen Resorption verloren gegangen ist. Auch wenn insgesamt ein günstiges proximales Knochenniveau erhalten blieb und bei den prä- und postoperativen Untersuchungen vergleichbare PES-Werte beobachtet wurden, zeigen die Daten in Abbildung 4, dass bei einem relevanten Anteil der Patienten eine gewisse ästhetische Verschlechterung vorlag. Es sollte untersucht werden, ob diese Nachteile durch eine strikte Patien-

tenauswahl auf der Basis von Mundhygieneparametern wie dem SBI oder eine weitere Verbesserung der chirurgischen Methode vermeidbar sind. Bei zwei Dritteln der Patienten wurde jedoch unter Anwendung des beschriebenen Protokolls der Erhalt bzw. eine Verbesserung des ästhetischen Status erreicht.

Schlussfolgerungen

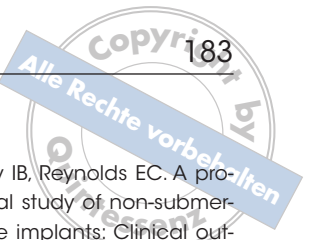
Mit den Überlebensraten, dem marginalen Knochenniveau und den ästhetischen Ergebnissen kann belegt werden, dass eine lappenlose Technik zur Sofortimplantation bei Patienten mit vollständigem Verlust der facialen Knochenlamelle erfolgreich anwendbar ist (Proof of Principle). Der Mundhygienestatus stellt einen negativen prognostischen Faktor für das ästhetische Ergebnis dar.

Danksagung

Diese Arbeit wurde zum Teil durch Fördermittel von Nobel Biocare an Dr. Robert Nölken und Professor Wilfried Wagner unterstützt.

Literatur

1. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15:512-516.
2. Zhi-Yue L, Yu-Xing Z. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthet Dent* 2003;89:368-373.
3. Milot P, Stein RS. Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. *J Prosthet Dent* 1992;68:428-435.
4. Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries—A histobacteriological study of treated cases. *Int Endod J* 2003;36:787-802.
5. Wöhrle PS. Single-tooth replacement in the aesthetic zone with immediate provisionalization: Fourteen consecutive case reports. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:1107-1114.
6. Kan JYK, Rungcharassaeng K. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: A surgical and prosthodontic rationale. *Pract Periodontics Aesthetic Dent* 2000;12:817-824.
7. Keith JD Jr, Salama MA. Ridge preservation and augmentation using regenerative materials to enhance implant predictability and esthetics. *Compend Contin Educ Dent* 2007;28:614-621.
8. 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.
9. Salama H, Salama MA, Garber DA, Adar P. Developing optimal peri-implant papillae within the esthetic zone: Guided soft tissue augmentation. *J Esthet Dent* 1995;7:125-129.
10. Evian CI, al-Maseeh J, Symeonides E. Soft tissue augmentation for implant dentistry. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24:195-198, 200-202, 204-206.
11. Carlsson GE, Bergman B, Headgård B. Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate dentures. A longitudinal clinical and x-ray cephalometric study covering 5 years. *Acta Odontol Scand* 1967;25:45-75.
12. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls. Clinical ramifications. *J Clin Periodontol* 1997;24:727-731.
13. Spear FM. Maintenance of the interdental papilla following anterior tooth removal. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:21-28.



14. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 1992;63:995-996.
15. Salama H, Salama MA, Garber D, Adar P. The interproximal height of bone: A guidepost to predictable aesthetic strategies and soft tissue contours in anterior tooth replacement. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:1131-1141.
16. Ko CC, Douglas WH, DeLong R, et al. Effects of implant healing time on crestal bone loss of a controlled-load dental implant. *J Dent Res* 2003;82:585-591.
17. Kan JYK, Rungcharassaeng K. Site development for anterior implant esthetics: The dentulous site. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22:221-226, 228, 230-231.
18. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332-343.
19. Gelb DA. Immediate implant surgery: Three-year retrospective evaluation of 50 consecutive cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:388-399.
20. Hui E, Chow J, Li D, Liu J, Wat P, Law H. Immediate provisional for single-tooth implant replacement with Brånemark system: Preliminary report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3:79-86.
21. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-39.
22. Noelken R, Morbach T, Kunkel M, Wagner W. Immediate function with NobelPerfect implants in the anterior dental arch. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:276-285.
23. 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 with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-172.
24. Mühlemann HR, Son S. Gingival sulcus bleeding—A leading symptom in initial gingivitis. *Helv Odontol Acta* 1971;15:107-113.
25. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: The pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:639-644.
26. Evian CI, Al-Momani A, Rosenberg ES, Sanavi F. Therapeutic management for immediate implant placement in sites with periapical deficiencies where coronal bone is present: Technique and case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:476-480.
27. Bergkvist G, Simonsson K, Rydberg K, Johansson F, Dérand T. A finite element analysis of stress distribution in bone tissue surrounding uncoupled or splinted dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:40-46.
28. Rocci A, Gottlow J. Esthetic outcome of immediately loaded scalloped implants placed in extraction sites using flapless surgery. A 6 months report of 4 cases. *Appl Osseo Res* 2004;4:55-62.
29. Wöhrle PS. Nobel Perfect esthetic scalloped implant: Rationale for a new design. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5(suppl 1):64-73.
30. Nowzari H, Chee W, Yi K, Pak M, Ho Chung W, Rich S. Scalloped dental implants: A retrospective analysis of radiographic and clinical outcomes of 17 NobelPerfect implants in 6 patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8:1-10.
31. McAllister BS. Scalloped implant designs enhance interproximal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:9-15.
32. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Liddelov G, Henry P, Goodacre CJ. Periimplant tissue response following immediate provisional restoration of scalloped implants in the esthetic zone: A one-year pilot prospective multicenter study. *J Prosthet Dent* 2007;97(suppl):S109-S118 [erratum 2008;99:167].
33. Evans CJD, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:73-80.
34. 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.
35. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Sclar A, Lozada JL. Effects of the facial osseous defect morphology on gingival dynamics after immediate tooth replacement and guided bone regeneration: 1-year results. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(suppl 1):13-19 [erratum 2008;66:2195-2196].