

## Histologischer Nachweis der Osseointegration bei Sofortimplantaten in Extraktionsalveolen mit großer Spaltbreite ohne primären Lappenschluss, Transplantat oder Membran beim Menschen: Ein Fallbericht



Dennis P. Tarnow, DDS\*  
Stephen J. Chu, DMD, MSD, CDT\*\*

*In dieser Studie verblieb nach einer Sofortimplantation horizontal und vertikal ein extrem großer Spalt im Implantationsbereich. Der Bereich wurde weder primär verschlossen noch wurden ein Knochentransplantat oder eine Barrieremembran verwendet. Es wurde klinisch und histologisch ermittelt, ob dieses Sofortimplantat koronal am Übergang zur Alveole osseointegrierte. Als Ersatz des nicht erhaltungswürdigen oberen linken Eckzahns wurde in den palatinale Bereich der Extraktionsalveole ein Sofortimplantat mit geradem Heilungsabutment gesetzt. Horizontal verblieb ein Defekt von bukkolingual 4,2 mm, der sekundär heilte. Das Implantat wurde nach fünf Monaten belastet. Nach 10 Monaten wurde aus dem koronalen Anteil des bukkalen Knochens ein Biopsat entnommen. Histologisch ergab sich am koronalen Anteil des Implantat-Knochen-Interfaces ein enger Knochenkontakt bis zum ersten Gewindengang. Die biologische Breite des Implantats war koronal des Knochenkontakts durch Bindegewebe und Saumepithel wiederhergestellt. Dieser Fallbericht beweist klinisch und histologisch, dass Implantate bei einer Sofortinsertion in Extraktionsalveolen mit intakter bukkaler Wand auch bei einem großen Spalt ohne einen primären Lappenschluss, Knochentransplantat oder Barrieremembran einheilen und osseointegrieren. (Int J Periodontics Restorative Dent 2011;31:515-521.)*

\* Klinischer Professor und Direktor des Implantatprogramms, Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

\*\* Klinischer Lehrbeauftragter und Direktor des Ästhetikprogramms, Columbia University, College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

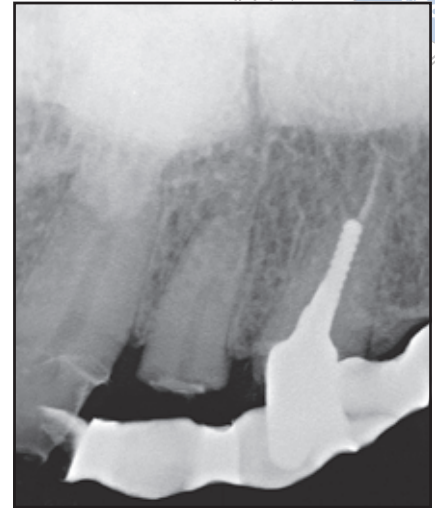
Korrespondenz an: Dr. Dennis P. Tarnow, Specialized Dentistry of New York, 150 E. 58th Street, Suite 3200, New York, NY 10155, USA; Fax: +1 212-754-6753; E-Mail: dennistarnow@gmail.com

Die Sofortimplantation in Extraktionsalveolen reduziert die Einheilungszeit<sup>1-3</sup>. Es gibt sowohl Befürworter des primären Wundverschlusses<sup>4</sup> als auch der Sekundärheilung<sup>5,6</sup>. Limitierend bei Sofortimplantationen in frische Extraktionsalveolen ist der horizontale Abstand zwischen der Implantatoberfläche und dem labialen Knochen. Meistens verläuft die Heilung zwar komplikationslos, trotzdem gibt es weiterhin offene Fragen zum Knochen-Implantat-Kontakt<sup>7-10</sup>.

Gelegentlich wird behauptet, dass sich bei einer Spaltbreite > 1,5 mm am koronalen Implantatanteil ein Bindegewebsübergang bildet, weswegen die maximal mögliche Spaltbreite von einigen Autoren mit höchstens 0,5 mm angegeben wird<sup>7-10</sup>. Es gibt keine Informationen zum Knochen-Implantat-Kontakt bei sekundärer Wundheilung. Allen vorangegangenen Studien ist gemein, dass ein primärer Wundverschluss ohne Membran über dem Operationsbereich angestrebt wurde<sup>7-12</sup>. Bei der Wundheilung von nicht implantierten Extraktionsalveolen kommt es erst nach mehreren Wochen zur Reepithelisierung, weil das avaskuläre Epithel in der Peripherie der Alveole aus den Gefäßen des darunter befindlichen Weichgewebes ernährt wird: Die Blutzufuhr erfolgt vom Alveolarknochen, der die Ex-



**Abb. 1** Patient mit maximalem Lächeln: niedrige mittfaziale und interdendale Lachlinie.



**Abb. 2** Seitliche Röntgenaufnahme des oberen Eckzahns mit subgingivalem Wurzelrest des linken lateralen Schneidezahns und sehr großer Adhäsivrestauration des Eckzahns mit geringem bis keinem Fassreifeneffekt und rezidivierender Karies. Die Restauration des lateralen Schneidezahns erfordert eine endodontische Behandlung und an beiden Zähnen müsste vor der definitiven Restauration eine Kronenverlängerung erfolgen, sofern sie erhalten werden sollen.

traktionsalveole auskleidet, und das sich unmittelbar nach der Exzision bildende Blutkoagulum enthält bis zum Beginn der Angiogenese nach mehreren Tagen keine neuen Gefäße<sup>13</sup>.

Mit Bezug auf das aus der Wundperipherie einwachsende Bindegewebe, das mit dem Epithelgewebe konkurriert, lautet die Frage: Was passiert, wenn ein Implantat in eine Exzisionsalveole gesetzt wird und ohne Lappenschluss der sekundären Wundheilung überlassen wird? Dies wurde an einem klinischen Fall mit histologischer Befunderhebung

überprüft. Falls die Hypothese zutrifft, wäre die horizontale Spaltbreite erheblich, da das von der Alveolenwand ausgehende Granulationsgewebe die Entwicklung von Knochen an der Implantatoberfläche auslöst und nicht das Bindegewebe aus dem Randbereich der Alveole.

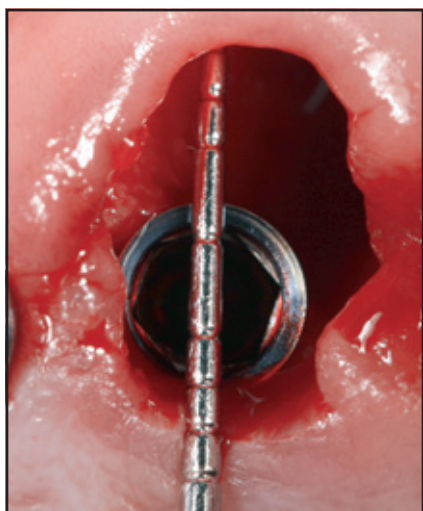
Somit sollte in diesem klinischen Fallbericht histologisch bestätigt werden, dass eine Spaltbreite > 1,5 mm zwischen der Implantatoberfläche und der bukkalen Knochenplatte bei einer Sekundärheilung zu einem ausreichenden Knochen-Implantatkontakt führt.

### Fallbericht

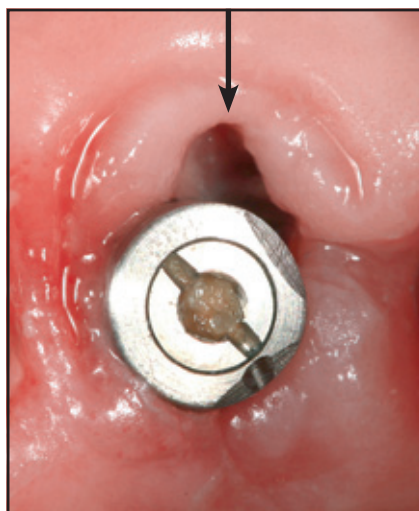
Ein 75-jähriger männlicher Weißer stellte sich zur Behandlung seiner Oberkieferzähne vor. Er besaß eine metallverstärkte provisorisch befestigte Brücke, deren Pfeiler die zentralen Schneidezähne, der linken Eckzahn und der linke zweite Molar waren. Er entschied sich für eine festsetzende Teilrestauration. Der Patient litt unter Bruxismus und besaß eine sehr niedrige Lachlinie<sup>14</sup> (Abb. 1).

Die klinische und röntgenologische Untersuchung ergab eine Fraktur des linken lateralen Schneide-

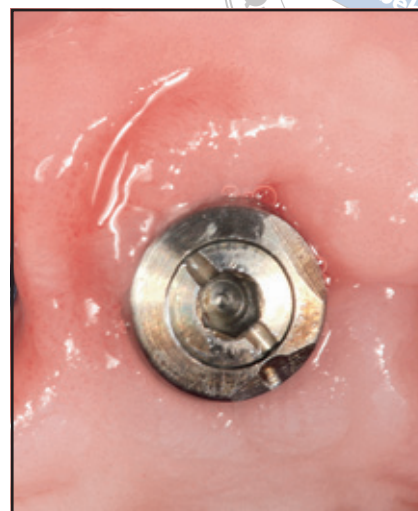




**Abb. 3** In den palatinalen Bereich der Extraktionsalveole wurde ein Schraubenimplantat mit Innensechskant (NanoTite NT) gesetzt. Mit einer Parodontalsonde wurde eine bukkolinguale Spaltbreite von etwa 4,2 mm gemessen.



**Abb. 4** Eine Woche nach der Zahnextraktion war in der Alveole ein Fibrinkoagulum zu erkennen (Pfeil).



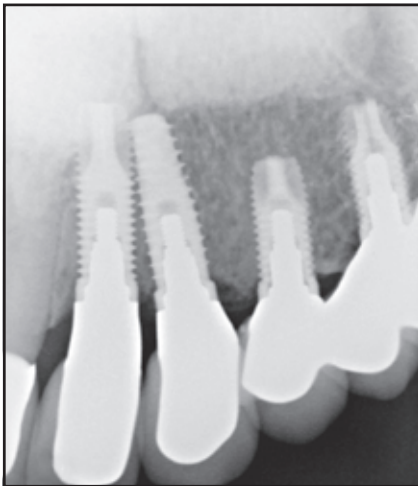
**Abb. 5** Nach 9 Wochen war das neue Gewebe keratinisiert.

zahns, die bis zum freien Gingivarand reichte, und eine Restauration des linken Eckzahns mit einem Stiffaufbau nach wiederholter Karies (Abb. 2)<sup>15</sup>. Die Wurzel des linken Eckzahns war konisch, und die Krone wies nur noch wenig Zahnschubstanz auf, sodass keine Restauration mit einer langfristigen Retention eingliedert werden konnte<sup>16</sup>. Die Behandlungsplanung erfolgte zunächst unter Erhalt des Eckzahns, damit er die provisorische Prothese weiter abstützen konnte. In der ersten Behandlungsphase wurden die Implantate im Bereich des linken lateralen Schneidezahns, des

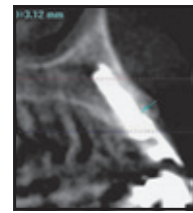
ersten und zweiten Prämolaren sowie des ersten Molaren gesetzt. Nach ihrer Osseointegration und Belastung wurde der Eckzahn ohne Lappenabhebung extrahiert und ein konisches NanoTite-Implantat (13 x 4 mm; Biomet 3i) gesetzt. Zwischen dem Implantat und der Bukkalplatte bestand ein horizontaler Spalt mit einer Breite von 4,2 mm (Abb. 3). Der Defekt heilte ohne primären Wundverschluss, Knochentransplantat oder Barrieremembran. Es wurde ein Heilungsabutment verwendet und der Operationsbereich mit einer provisorisch befestigten Brücke abgedeckt.

Der freie labiale Gingivarand kollabiert nach einwöchiger Heilung leicht über der Alveole und in der Alveole war ein Fibringerinnsel zu erkennen (Abb. 4). Das Gingivageewebe wirkte keratinisiert und umgab das Heilungsabutment nach neun Wochen vollständig (Abb. 5).

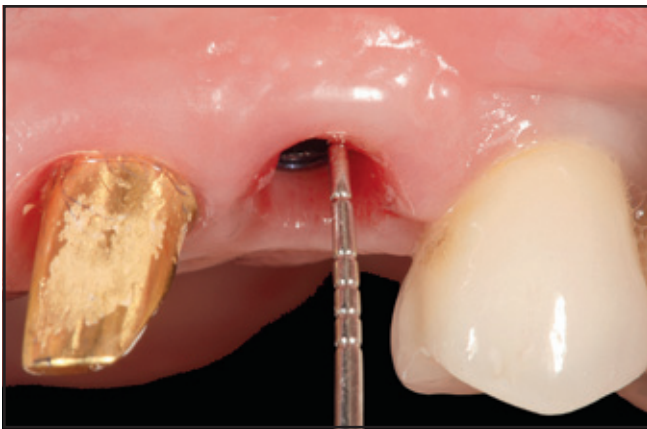
Acht Monate nach der Implantatinsertion erfolgte die Abformung für die prothetische Restauration. Für die Implantate des linken lateralen Schneidezahns, des Eckzahns und des zweiten Molaren sowie für die beiden zentralen Schneidezähne (natürliche Pfeilerzähne) wurden



**Abb. 6** (links) Röntgenaufnahme: Das eingheilte und restaurierte Sofortimplantat im Bereich des linken Eckzahns.



**Abb. 7** (rechts) DVT des Eckzahnimplantats 5 Monate nach der Restauration und 10 Monate nach der Insertion. Die bukkale Knochenplatte war radiologisch 3,12 mm breit.



**Abb. 8** (oben) Hartgewebeperkussion mit einer Parodontalsonde; im faziellen Bereich des Implantats wurden 3 mm nachgewiesen.



**Abb. 9** (rechts) Röntgenbild der ersetzten Implantatrestauration des linken Eckzahns 6 Monate nach der Implantation und 11 Monate nach der Implantatentnahme.

Metallkeramik-Einzelkronen angefertigt (Abb. 6), zusätzlich gab es eine dreigliedrige festsitzende Teilrestauration, die vom linken ersten Prämolaren bis zum ersten Molaren reichte.

Der Patient gab seine schriftliche Einwilligung nach Information gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 in der revidierten Form von 2000 für das Entnehmen des Eckzahnimplan-

tats zur Biopsie. Die Biopsie erfolgte 10 Monate nach der Implantatinserktion und fünf Monate nach der okklusalen Belastung, um zu belegen, dass sich der Spalt zwischen dem Implantat und der bukkalen Knochenplatte mit Knochen gefüllt hatte und durch die sekundäre Wundheilung ein ausgezeichnete Knochen-Implantat-Kontakt hergestellt wurde.

Eine digitale Volumentomografie (DVT) des linken Eckzahnimplantats zeigte bukkal eine Knochenstärke von 3,12 mm (Abb. 7). Dieses Implantat wurde zur funktionellen Unterstützung eingesetzt, was jedoch durch den Erfolg der anderen Implantate überflüssig wurde. Mit einer Parodontalsonde wurde der Knochenkamm perkutiert und direkt am

fazialen Anteil des Implantats ein Abstand von 3 mm vom freien Gingivarand ermittelt (Abb. 8). Der enge Knochen-Implantat-Kontakt wurde histologisch bestätigt.

Das Implantat und ein Anteil der Bukkalplatte wurden unter Lokalanästhesie biopsiert, der Defekt mit einem Knochenallograft (Puros, Zimmer) aufgefüllt und mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (BioMend Extend, Zimmer) abgedeckt. Der Patient erhielt eine Stunde präoperativ 2 g Amoxicillin und anschließend eine Woche lang alle sechs Stunden 500 mg. Fünf Monate nach der Transplantation wurde ein Ersatzimplantat gesetzt und eine neue Einzelzahnrestauration angefertigt (Abb. 9).

#### *Histologische Verarbeitung*

Die Probe wurde in 10%iger Formalinlösung zur histologischen Verarbeitung gesendet (Abb. 10a). Sie wurde eingebettet, geschnitten, geschliffen, poliert und gefärbt, sodass eine lichtmikroskopische Untersuchung erfolgen konnte. Das Implantat und das umgebende Gewebe wurden in einer aufsteigenden Alkoholreihe dehydriert, mit Azeton entfettet, mit Technovit-7200-Kunstharz durchsetzt (EXAKT Technologies) und in einer EXAKT-520-Einheit zur Lichtpolymerisierung ausgehärtet. Der polymerisierte Block wurde auf einen fleckenfreien EXAKT-Objektträger aus Plastik aufgebracht, mit dem EXAKT-300-CP-Band-System in Scheiben geschnitten und mit dem EXAKT-400-CS-Schleifsystem auf 110 µm heruntergeschliffen. Anschließend wurde der Schnitt mit einem Buehler Ecomet III poliert, sodass die Oberfläche bis auf 1 µm fein war und die Schnittdicke bei  $100 \pm 4$  µm lag.

Der Schnitt wurde mit Toluidinblau angefärbt und mit einem Leica-

DM5000-B-Mikroskop (Leica Microsystems) und einem Leica-Objektiv (HC PL Fluotar 20/0.50) untersucht. Die Bilder wurden mit einer Leica-Mikroskopkamera (DFC290) und der Bildbearbeitungs- und Analysesoftware QWin (V3.40) aufgenommen (Leica Microsystems). Die Bildbreite entsprach 475 µm.

Mithilfe von Syncroscopy Montage Explorer Software (Synoptics) wurden an einem Leica-Leitz-DMRX/E-Universalmikroskop (Leica Microsystems) mit einem automatisierten Märzhäuser-Tisch, einem Leica-Objektiv (PL Fluotar 5/0.12) und einer JVC-Kamera (KYF55B) hochauflösende Bilder aufgenommen. Der Maßstab wurde durch die Ganghöhe des Implantatgewindes von 811 µm festgelegt.

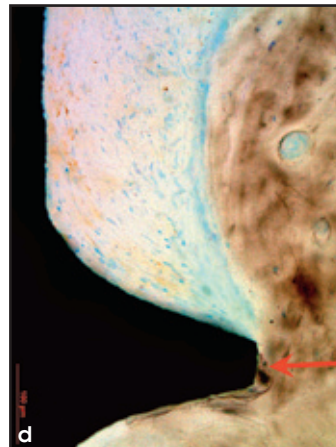
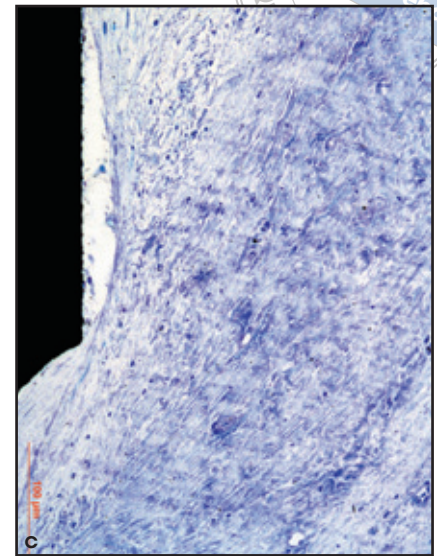
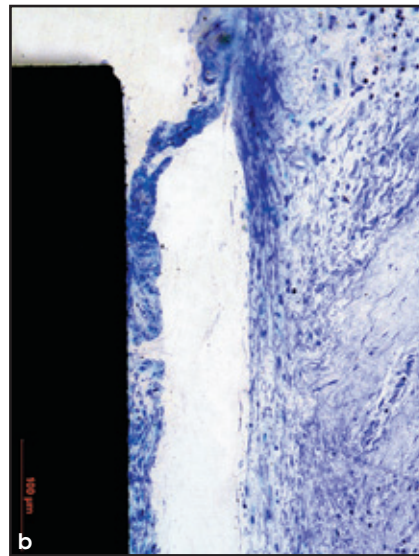
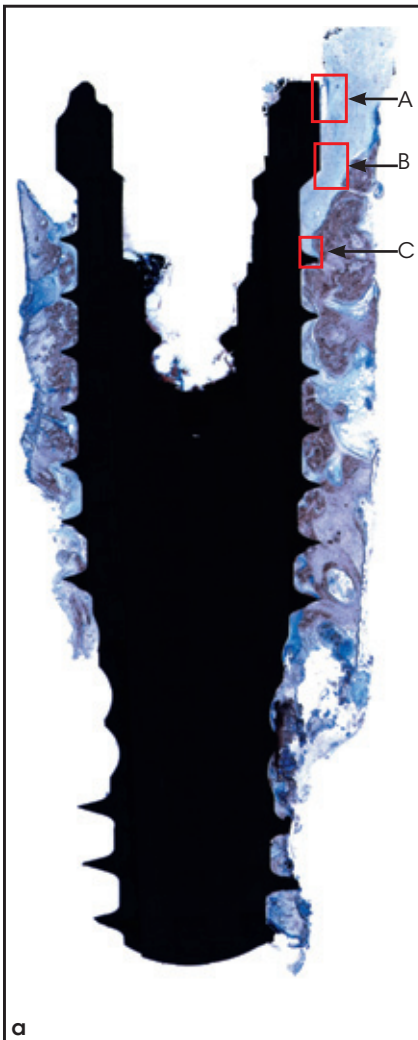
#### *Histologische Befunde*

Das Saumepithel erstreckte sich über 0,5 mm vom koronalen Implantatanteil (Abb. 10b) bis zum Bindegewebsattachment (Abb. 10c), das am ersten Gewindegang des Implantats endete (Abb. 10d). An dieser Stelle begann der Knochen-Implantat-Kontakt im Sinne einer für diese Implantatform normalen Heilung.

#### **Diskussion**

Es wird weiterhin kontrovers beurteilt, wie die Wundheilung bei unterschiedlichen Spaltbreiten zwischen der Bukkalplatte und der Implantatoberfläche verläuft. Eine horizontale Spaltbreite  $> 1,5$  mm heilt bei einem primären Wundverschluss durch die Anlagerung von Bindegewebe auf der Implantatoberfläche. Möglicherweise wandert beim primären Wundverschluss noch vor der Kno-





**Abb. 10a** Histologisch fanden sich Belege für eine Osseointegration (Knochen-Implantat-Kontakt am Implantat-Alveolen-Interface) bis zur ersten Schraubenwindung, obwohl weder Transplantatmaterial, Membran oder primärer Lappenschluss verwendet wurden. Der 4,2 mm breite Spalt heilte sekundär.

**Abb. 10b** Der koronale Anteil des Saumepithels ist 0,5 bis 1,0 mm von der Implantat-Abutment-Verbindung entfernt. Das Epithel wurde bei der Perkussion der Implantatoberfläche in Abb. 10a abgetrennt (vergrößerte Ansicht von Kasten A).

**Abb. 10c** Bindegewebszone apikal des Saumepithels in Abb. 10b (vergrößerte Ansicht von Kasten B).

**Abb. 10d** Der Pfeil zeigt den am weitesten koronal gelegenen Punkt des Knochen-Implantat-Kontakts am ersten Gewindengang. Offenbar konnte der Knochen in den Spalt einwachsen, bevor das Bindegewebe aus dem Lappen einwachsen konnte. Wichtig dafür ist, dass kein primärer Wund- oder Lappenverschluss erfolgt (vergrößerte Ansicht von Kasten C).

chenentwicklung Bindegewebe aus dem Lappen zur Implantatoberfläche. Dieses histologische Präparat liefert Hinweise darauf, dass der Knochen die Oberfläche zuerst erreichen kann, wenn die Alveole der sekundären Wundheilung überlassen wird, wie es üblicherweise nach Zahnextraktionen der Fall ist. Das Weichgewebe der randständigen

Gingiva scheint das Koagulum erst dann zu überwachsen, wenn das Granulationsgewebe in der Wunde gereift ist. Möglicherweise heilt daher ein Sofortimplantat in einer Extraktionsalveole mit Knochen-Implantat-Kontakt ein, bevor das Weichgewebe diesen Prozess stören kann, obwohl es keinen Weichgewebverschluss gibt.

Welchen Einfluss die Dicke der Bukkalplatte zum Implantationszeitpunkt hat, ist noch nicht vollständig erforscht. Dies könnte damit zusammenhängen, dass etwa 90 % der Bukkalplatten im Oberkiefer  $\leq 1$  mm dick waren<sup>17,18</sup>. In der vorliegenden Studie wurde bei der initialen Sondierung ein Abstand von 4,2 mm zwischen dem Implan-

tat und der Bukkalplatte gemessen. Die Computertomografie nach Abschluss der Heilung ergab eine labiale Knochendicke von 3,2 mm. Dies spricht dafür, dass ein Remodeling der Bukkalplatte stattgefunden hat, bei dem der Spalt bis zur Implantatoberfläche mit Knochen aufgefüllt wurde. Es ist unbekannt, ob für eine erfolgreiche Einheilung eine dicke Bukkalplatte erforderlich ist oder ob auch eine dünne Bukkalplatte ausreichen würde, obwohl in manchen Studien signifikante Knochenverluste beschrieben werden, wenn keine Transplantation durchgeführt wurde. Die Dicke könnte bei der Lappenabhebung zum Problem werden, da sie die Blutversorgung vom Periost beeinträchtigen würde.

Das Implantat wurde auf Höhe des bukkalen Alveolarkamms gesetzt, sodass die Restauration gegenüber dem Sulkus ein flaches Austrittsprofil erhielt. Die vertikale Defektgröße wurde nicht vermessen, da bei der Implantation die spätere Biopsie noch nicht vorgesehen war. Es gibt Bedenken hinsichtlich der bakteriellen Kontamination, wenn das Weichgewebe nicht readaptiert wird. Vermutlich dient das in den ersten Minuten entstehende Blutkoagulum als Abdeckung und lagert sich an die Implantatoberfläche an. Dadurch ist es mechanisch mit dem Implantatgewinde und der Mikrostruktur der Implantatoberfläche verbunden, was bis zur Auflösung des Koagulums eine Kontamination verhindert.

### Schlussfolgerungen

Dieser Fallbericht beweist klinisch und histologisch, dass es bei einer Sofortimplantation in eine Extraktionsalveole mit dicker Bukkalplatte möglich ist, bei einer Spaltbreite von 4,2 mm eine Osseointegration mit Knochen-Implantat-Kontakt bis

zur ersten Implantatwindung zu erreichen. Die Alveole heilte sekundär ohne Lappenschluss, Knochentransplantat oder Barrieremembran. Ob ein Knochentransplantatmaterial in dem Spalt eine Wirkung hat, wurde hier nicht untersucht. Für eine bessere Vorhersagbarkeit sind weitere Studien zu dieser Art der Wundheilung erforderlich.

### Literatur

1. Barzilay I, Graser GN, Caton J, Shenkle G. Immediate implantation of pure titanium threaded implants into extraction sockets. *J Dent Res* 1988;67:234.
2. Barzilay I, Graser G, Iranpour B, Natiella JR. Immediate implantation of a pure titanium implant into an extraction socket: Report of a pilot procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:277-284.
3. Lazarra RJ. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332-343.
4. Warrer L, Gotfredsen K, Hjørting-Hansen E, Karring T. Guided tissue regeneration ensures osseointegration of dental implants placed into extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:166-171.
5. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-39.
6. Chen ST, Darby IB, Reynolds BC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: Clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:552-562.
7. Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Implant fixation improved by close fit. Cylindrical implant-bone interface studied in rabbits. *Acta Orthop Scand* 1988;59:272-275.
8. Knox R, Caudill R, Meffert R. Histologic evaluation of dental endosseous implants placed into surgically created extraction defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11:365-375.
9. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. The jumping distance revisited: An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:35-42.
10. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. Appositional bone formation in marginal defects at implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:1-9.
11. Akimoto K, Becker W, Persson R, Baker DA, Rohrer MD, O'Neal RB. Evaluation of titanium implants placed into simulated extraction sockets: A study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:351-360.
12. Wilson TG Jr, Schenk R, Buser D, Cochran D. Implants placed in immediate extraction sites: A report of histologic and histometric analyses of human biopsies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:333-341.
13. Amler MH, Johnson PL, Salman I. Histological and histochemical investigation of human alveolar socket healing in undisturbed extraction wounds. *J Am Dent Assoc* 1960;61:32-44.
14. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent* 1984;51:24-28.
15. Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8:155-161.
16. Goto Y, Nichols JI, Phillips KM, Junge T. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. *J Prosthet Dent* 2005;93:45-50.
17. Huynh-Ba G, Pjetursson BE, Sanz M, et al. Analysis of the socket bone wall dimensions in the upper maxilla in relation to immediate implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:37-42.
18. 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.