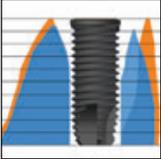


Evaluation der Hartgewebsveränderungen an Sofortimplantaten mit digitaler Volumetomografie: Eine prospektive klinische Studie



Fabio Rossi, DDS, PhD¹/Piero Romanelli, DDS²
Emanuele Ricci, DDS, PhD³/Claudio Marchetti, MD, DDS⁴
Daniele Botticelli, DDS, PhD⁵

In der vorliegenden Studie wurden mittels digitaler Volumetomografie (DVT) die Hartgewebsveränderungen des Alveolarkamms nach einer Zahnextraktion und Sofortimplantation bei 12 konsekutiven Patienten untersucht. In die Extraktionsalveole wurde ein ausreichend langes Implantat gesetzt, sodass der koronale Rand der rauen Oberfläche bukkal auf derselben Höhe oder unter dem Alveolarkamm lag. Bei allen Patienten wurde sofort nach der Implantation (T1) und bei der Freilegungsoperation nach vier Monaten (T2) eine radiologische Untersuchung durchgeführt. Die Überlebensrate der 12 sofortgesetzten Implantate betrug nach vier Monaten 100 %. Nur neun der 12 Patienten schlossen die Studie ab. Der Vergleich der an T1 und T2 angefertigten DVTs zeigte, dass der Alveolarkamm insbesondere auf der bukkalen Seite sehr unterschiedlich reagierte. Die vertikale Höhenzunahme betrug etwa 3,2 mm. Die horizontale Resorption des Alveolarkamms war bukkal ausgeprägter als lingual. Auf der Bukkalseite wurde 1 mm apikal des Knochenrands eine Resorption von 1,9 mm ermittelt, 3 mm apikal betrug sie 1,0 mm und 5 mm apikal 0,6 mm. Auf der Lingualseite betrug die Resorption auf den entsprechenden Höhen 0,6 mm, 0,7 mm und 0,5 mm. Der Bereich des Alveolarkamms war bei T1 und T2 mehr oder weniger gleich, während der Gesamtbereich des Alveolarknochens nach viermonatiger Heilung – wenn auch statistisch nicht signifikant – abgenommen hatte. Die Ergebnisse dieser Studie sollten wegen der geringen Fallzahl zurückhaltend bewertet werden, bestätigen aber den Erfolg der Sofortimplantation. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:761–769.)

¹ Postdoc, Odontostomatologic Sciences Department, University of Bologna, Bologna, Italien.

² Privatpraxis, Bologna, Italien.

³ Doktorand, Odontostomatologic Sciences Department, University of Bologna, Bologna, Italien.

⁴ Professor, Odontostomatologic Sciences Department, University of Bologna, Bologna, Italien.

⁵ ARDEC, Ariminum Odontologica, Rimini, Italien.

Korrespondenz an: Dr Fabio Rossi, Via Amendola, 12 40121 Bologna (BO), Italien.
Fax: +39 051 63 90 234. E-Mail: farossi@libero.it

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

Die ursprünglichen Standards der dentalen Implantologie wurden durch Verfahren und zeitliche Abläufe ersetzt, bei denen der Patient im Mittelpunkt steht. Bei den Verfahren werden mittlerweile mit einer minimierten Behandlungszeit und verringerten Kosten eine möglichst hohe Beschwerdefreiheit und gute Ästhetik angestrebt. Sofortimplantationen gehen mit einer Reihe von Vorteilen einher¹, die überwiegend die Behandlungsdauer und die Patientenzufriedenheit betreffen.

Im Jahr 1976 beschrieben Schulte und Heimke² erstmals die Insertion eines Implantats in eine frische Extraktionsalveole und bezeichneten es als „Sofortimplantat“. In mehreren prospektiven und retrospektiven Studien wurde für Sofortimplantate eine hohe Überlebensrate ermittelt³. Bislang wurden jedoch nur wenige prospektive Studien mit einer ausreichenden Nachbeobachtungszeit veröffentlicht^{4–6}.

In einem Konsensusbericht klassifizierten Hämmerle et al.⁷ die Implantation unmittelbar nach der Zahnextraktion als Typ-1-Verfahren. Vorteilhaft an diesem Vorgehen war, dass die Behandlungsdauer, die Anzahl der Operationen und die Beschwerden für den Patienten reduziert wurden.

Die Alveolarkammresorption nach einer Zahnextraktion ist in der Literatur gut dokumentiert^{8–10}. Einige Au-

toren^{2,11} führten an, dass die Sofortimplantation in eine Extraktionsalveole die Knochenresorption verringern kann. Mittlerweile wurde jedoch in klinischen^{5,12,13} und Tierstudien^{8,14,15} gezeigt, dass eine Sofortimplantation die Knochenresorption nicht verhindern kann.

In mehreren Tierstudien wurde an Sofortimplantaten eine bukkale Knochenresorption beobachtet^{8,14-19}. Es gibt aber nur wenige Artikel, die Daten über den zirkumferenziellen periimplantären Knochenverlust enthalten¹⁴⁻¹⁶. Einige wenige klinische Studien haben mithilfe von intraoralen Röntgenaufnahmen die Knochenresorption bukkal und lingual am Implantat untersucht^{5,12,13}, während in anderen Studien Daten über das mesiale und distale Knochenniveau veröffentlicht wurden^{4,20-22}. Die Verwendung von DVT-Scans erlaubt mittlerweile eine nicht invasive Evaluation des Knochenniveaus an allen Aspekten des Implantats.

In der vorliegenden Studie wurden mithilfe der digitalen Volumentomografie (DVT) die Hartgewebsveränderungen am Alveolarkamm nach einer Extraktion und Sofortimplantation ohne Knochenimplantat untersucht.

Material und Methode

Vor Beginn dieser prospektiven klinischen Studie gaben die Patienten schriftlich ihre Einwilligung nach Information. Alle Patienten erhielten ein Prevail-Implantat (Biomet 3i), das unmittelbar nach der Zahnextraktion in die Alveole gesetzt wurde.

Patientenauswahl

An der Studie nahmen 12 Patienten teil – fünf Frauen und sieben Männer. Ihr mittleres Alter betrug 49,6 Jah-

re (Standardabweichung [SA]: 10,6 Jahre; Bereich: 29 bis 64 Jahre). Sie waren die unter den Patienten ausgewählt worden, die sich zwischen 2007 und 2008 an der Division of Oral and Maxillo-Facial Surgery, Department of Dentistry Sciences, University of Bologna für eine Extraktion mit anschließender Implantatrehabilitation vorstellten. Die Einschlusskriterien waren ein Alter über 21 Jahre, die Extraktion eines Zahns im Prämolarenbereich aufgrund eines Traumas, einer endodontischen Indikation oder Karies, eine ausreichende Knochenmenge und -qualität für eine Primärstabilität der Implantate, ein ausreichender mesiodistaler Abstand (> 7 mm) für die Implantation und das Vorhandensein von mindestens einem Nachbarzahn. Ausschlusskriterien waren anamnestisch bekannte Krankheiten, die eine Kontraindikation für eine elektive orale Operation darstellen, starker Zigarettenkonsum (> 10 Zigaretten/Tag), Pfeifen- oder Zigarrenrauchen, eine fortgeschrittene parodontale Erkrankung (Alveolarkammatrophy > 25 %), ein Full-Mouth Plaque Score (FMPS) und Full-Mouth Bleeding Score (FMBS) > 25 % bei Studienbeginn, klinisch symptomatische radiologische Aufhellungen, ein akuter Abszess oder chronische Fistelgänge im Extraktionsbereich, eine Strahlentherapie von Kopf und Hals, eine vor Kurzem erfolgte Chemotherapie, die Einnahme von Bisphosphonaten in den letzten 10 Jahren, nicht kontrollierter Diabetes, Erkrankungen von Blut, Leber oder Niere, Immunsuppression, die aktuelle Einnahme von Kortikosteroiden, entzündliche oder Autoimmunerkrankungen der Mundhöhle und Schwangerschaft.

Bei der Untersuchung vor der Studienaufnahme wurde festgestellt, ob die Patienten eine Parodontalerkrankung hatten und der Kariesstatus erhoben und entsprechend behandelt. Auch der klinische Status des Patien-

ten wurde dokumentiert: FMPS (ein dichotomer Index, der für jeden Zahn an vier Stellen berechnet wird und den prozentualen Anteil der Flächen mit Plaque angibt), FMBS (entsprechend der Plaque-Scores), Anzahl der Zahnfleischtaschen, die als flach (4 bis 5 mm), mittel (6 bis 8 mm) oder tief (\geq 9 mm) eingestuft wurden. Außerdem wurden Röntgenaufnahmen angefertigt.

Chirurgisches Vorgehen

Alle Operationen wurden unter Lokalanästhesie (Citocartin, Articain 4 % mit Adrenalin 1:100000, Molteni Dental) durchgeführt. Präoperativ erhielten alle Patienten 600 mg Ibuprofen (Brufen 600, Abbott Laboratories) und 1 g Amoxicillin/Clavulansäure (Augumentin, GlaxoSmithKline). Außerdem spülten die Patienten den Mund 1 min lang mit Chlorhexidin 0,20 % (Corsodyl, GlaxoSmithKline).

Die Operation wurde zweizeitig durchgeführt.

1. Eingriff (T1)

Nach der Bildung eines bukkolingualen Vollschichtlappens wurde der Zahn vorsichtig mit kleinen Elevatoren luxiert. Der mobilisierte Zahn wurde mit einer Zange extrahiert, um den umgebenden Knochen möglichst zu schonen. Das am Knochen in den Alveolenwänden befestigte Parodontalligament wurde intakt belassen. Der apikale Anteil der Alveole wurde vorsichtig mit Pilot- und Spiralbohrern präpariert. Danach wurde ein ausreichend langes Implantat in die Extraktionsalveole gesetzt, sodass der koronale Rand der rauen Implantatoberfläche bukkal auf derselben Höhe oder unter dem Knochenrand lag. Das Implantat wurde mit einer Deckschraube verbunden

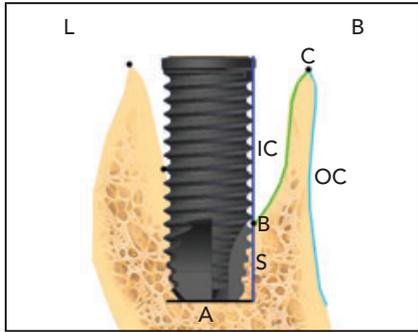


Abb. 1 Bezugspunkte.

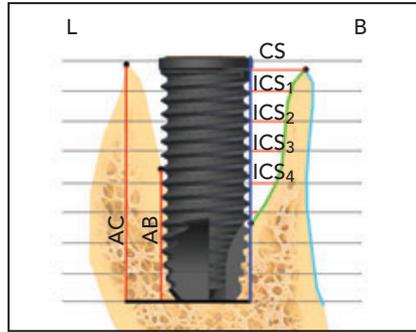


Abb. 2 Messungen.

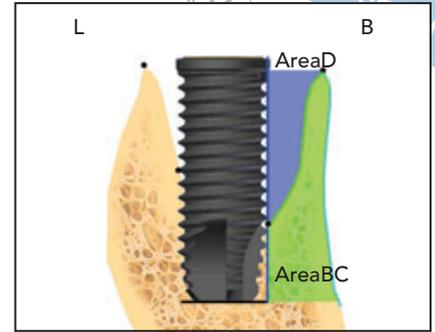


Abb. 3 Bereich D und Bereich BC.

und die Lappen so geschlossen, dass es abhängig vom Gewebeangebot partiell oder komplett gedeckt war. Die Patienten spülten den Mund für zwei Wochen dreimal täglich 1 min mit 0,20 % Chlorhexidin (Corsodyl). Die Fäden wurden nach zwei Wochen entfernt.

2. Eingriff (T2)

Bei der Freilegungsoperation nach viermonatiger Heilung wurde die Deckschraube entfernt und eine Einheilkappe aufgesetzt. Zwei Wochen später wurde mit der prothetischen Standardrehabilitation begonnen.

Radiologische Verfahren

Bei allen Patienten wurde unmittelbar nach der Implantation (T1) und ± 1 Woche nach der Freilegungsoperation (T2) mit dem Accutomo-Gerät (J. Morita MFG) eine radiologische Untersuchung durchgeführt. Mit diesem Verfahren wurde die periimplantäre Knochendichte präzise bestimmt²³. Für jeden Patienten wurde ein intraorales Bissregistrat angefertigt, um

die Vergleichbarkeit der DVT-Aufnahmen zu erleichtern. Anschließend wurde die Vergleichbarkeit weiter verbessert, indem die Röntgenaufnahmen mit I-Dixel-Software (J. Morita Mfg) anhand der Längsachse des Implantats und eines weiteren digitalen Bezugspunkts (Nachbarzahn, Foramen) übereinandergelegt wurden. Die radiologischen Messungen wurden mit dem ImageJ-Programm (National Institutes of Health) in 4- bis 8-facher Vergrößerung durchgeführt. Die Maßeinheit Pixel wurde in Millimeter umgerechnet und die Implantatgröße als Referenz für die Kalibrierung herangezogen.

Auf den DVT-Bildern wurden folgende Bezugspunkte verwendet (Abb. 1): S = Implantatoberfläche (Gewindekämme), B = am weitesten koronal gelegener Knochen-Implantat-Kontakt, C = höchster Punkt des Alveolarkamms, A = Implantatspitze, IC = innerer Rand des Alveolarkamms im marginalen Defekt und OC = äußerer Rand des Alveolarkamms. Auf das Bild wurde – beginnend an Punkt A – ein 1-mm-Raster gelegt, dessen Linien senkrecht zur Längsachse des Implantats ausgerichtet waren.

An vier Messpunkten (mesial, bukkal, distal und lingual/palatal)

wurden folgende Messungen durchgeführt (Abb. 2): vertikaler Abstand zwischen A und B (A–B) und A und C (A–C), horizontaler Abstand zwischen C und der Implantatoberfläche S (C–S), horizontaler Abstand zwischen IC und der Implantatoberfläche S (ICS) (jeweils mithilfe der Gitterlinien ausgewertet und grafisch dargestellt) sowie der Bereich des marginalen Defekts (Abb. 3).

Anschließend wurden der Abstand zwischen OC und der Implantatoberfläche (OCS) (Abb. 4) sowie der Bereich des Alveolarknochenrands zwischen C und Punkt A (Abb. 3) bukkal, lingual und mesiodistal gemessen (Abb. 5 und 6).

Datenauswertung

Für jede Ergebnisvariable wurden die Mittelwerte und die SA berechnet. Die Unterschiede zwischen T1 und T2 wurden mit dem Student-t-Test für gepaarte Beobachtungen überprüft. Die Berechnungen erfolgten mit PASW 18.0 (SPSS, IBM). Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

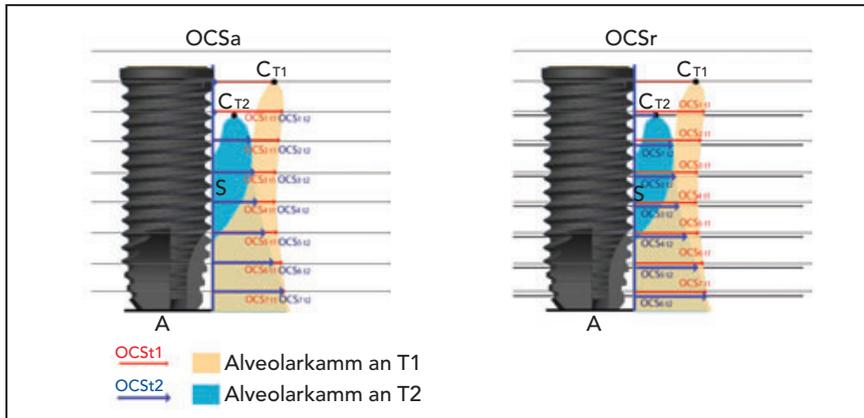


Abb. 4 OCSa und OCSr

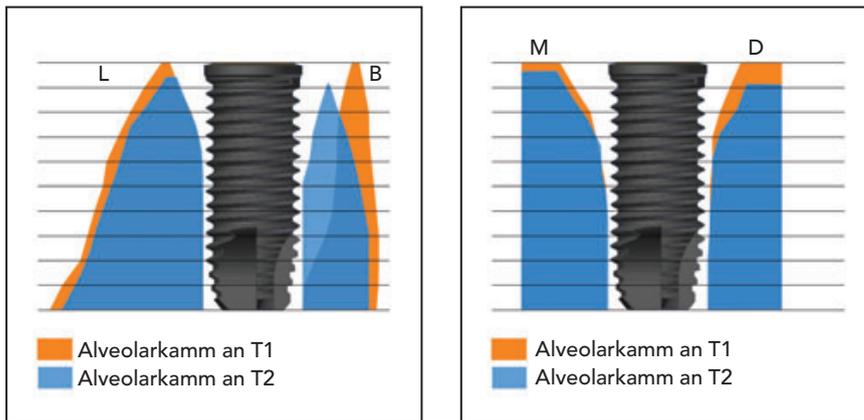


Abb. 5 (links) Bukkale und linguale Seite des Alveolarkamms.

Abb. 6 (rechts) Alveolarkamm mesial und distal.

Ergebnisse

Insgesamt wurde bei 12 Patienten jeweils ein Sofortimplantat in den Prämolarenbereich gesetzt, davon fünf in den Ober- und sieben in den Unterkiefer. Nach vier Monaten betrug die Überlebensrate 100 %. Alle Implantate wurden mit Goldkeramikronen belastet. Nur neun der 12 Patienten schlossen die Studie ab. Drei Patienten brachen die Studie ab: zwei Pa-

tienten verweigerten die zweite DVT und eine Patientin wurde schwanger. Bei allen in der Auswertung berücksichtigten Patienten war mesial der natürliche Nachbarzahn vorhanden, der distale Nachbarzahn jedoch nur bei fünf der neun Patienten.

Die postoperative Heilung verlief bei allen Implantaten komplikationslos mit geringen Beschwerden, wie einer leichten Schwellung und nicht behandlungsbedürftigen Schmerzen.

Radiologische Untersuchungen

Der Vergleich der DVT-Aufnahmen, die bei der Implantation (T1) und nach vier Monaten (T2) angefertigt wurden, zeigte, dass der Alveolarkamm vor allem auf der bukkalen Seite sehr unterschiedlich reagierte.

Die vertikale Resorption des Alveolarkamms betrug < 1 mm; dieser Unterschied war jedoch nur an der bukkalen und distalen Seite sta-

Tabelle 1

Mittelwerte ± SA des Abstands zwischen der Implantatzspitze (A) und dem oberen Rand des Alveolarkamms (C) oder dem koronalsten Knochen-Implantat-Kontakt (B)

	A-C (mm)			A-B (mm)		
	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ
Bukkal	10,4 ± 2,9	9,4 ± 2,7	-0,9 ± 0,8*	5,1 ± 2,9	8,3 ± 2,8	3,2 ± 2,7*
Lingual	10,9 ± 1,8	10,3 ± 1,6	-0,6 ± 0,7	8,3 ± 0,9	8,1 ± 1,5	-0,2 ± 1,4
Mesial	12,6 ± 2,2	12,3 ± 1,6	-0,3 ± 1,0	8,9 ± 2,9	8,7 ± 1,6	-0,2 ± 1,8
Distal	12,6 ± 2,1	11,7 ± 2,0	-0,8 ± 0,6*	8,8 ± 2,9	8,8 ± 2,3	0,0 ± 1,2

T1 = sofort nach der Implantation, T2 = 4 Monate postoperativ; Δ = Unterschied zwischen T2 und T1.
*P < 0,05 zwischen T1 und T2, SA = Standardabweichung.

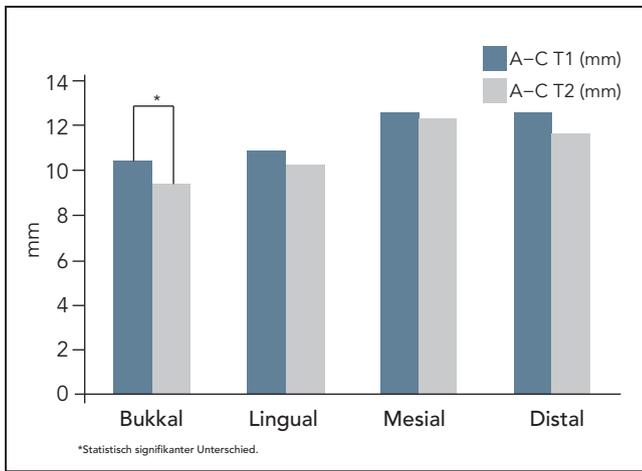


Abb. 7 Mittelwerte des Abstands zwischen der Implantatzspitze (A) und dem oberen Rand des Alveolarkamms (C).

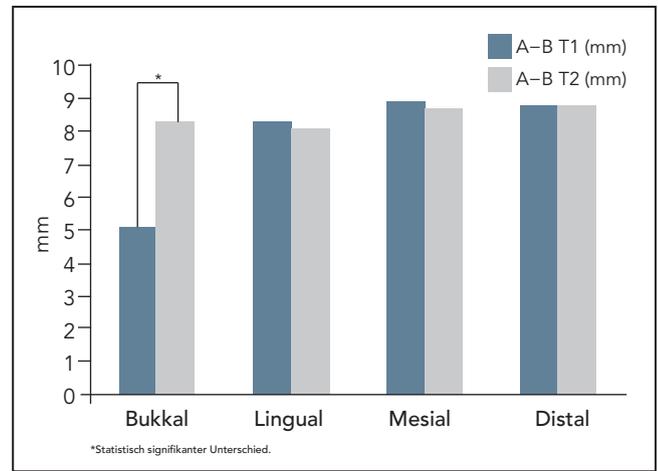


Abb. 8 Mittelwerte des Abstands zwischen der Implantatzspitze (A) und dem koronalsten Knochen-Implantat-Kontakt (B).

tistisch signifikant (A-C, Tabelle 1, Abb. 7).

Nach viermonatiger Heilung lag die bukkale radiologische Defektfüllung bei 3,2 mm. Der Unterschied war statistisch signifikant. An den anderen Seiten fanden sich nur geringe Unterschiede der Knochenhöhe ohne statistische Signifikanz (A-B; Tabelle 1, Abb. 8).

Bukkal und lingual waren die Defekte reduziert, während sie sich me-

sial und distal kaum verändert hatten (Abb. 5 und 6). An der Bukkalseite war der Unterschied zwischen T1 und T2 deutlich und statistisch signifikant (Messung 3 mm vom Knochenrand: -1,2 mm, 5 mm vom Knochenrand: -1,3 mm, Tabelle 2).

Die horizontale Resorption des Alveolarkamms war an allen vermessenen Defekten bukkal stärker ausgeprägt als lingual (Abb. 5). Auf der Bukkalseite betrug die Resorption

5 mm apikal des Alveolarkamms 1,9 mm, 3 mm apikal 1,0 mm und 5 mm apikal 0,6 mm (Tabelle 3). Auf der lingualen Seite betragen die entsprechenden Werte 0,6 mm, 0,7 mm und 0,5 mm.

Der Alveolarkambereich war bei T1 und T2 bukkal und lingual mehr oder weniger gleich, während der Gesamtbereich (Alveolarkamm plus Defekt) nach viermonatiger Heilung kleiner geworden war. Diese Unter-

Tabelle 2 Defektgröße an der bukkalen, lingualen, mesialen und distalen Seite (Mittelwert ± SA)

	ICS (mm) (Cr)								
	1			3			5		
	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ
Bukkal	1,7 ± 1,0	0,7 ± 1,0	-1,0 ± 1,0	1,4 ± 1,1	0,3 ± 0,5	-1,2 ± 1,0*	1,3 ± 1,1	0,0 ± 0,0	-1,3 ± 1,1*
Lingual	1,0 ± 0,5	0,7 ± 0,5	-0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,4	0,1 ± 0,2	-0,2 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,0 ± 0,0	-0,1 ± 0,2
Mesial	1,4 ± 0,8	1,5 ± 0,5	0,1 ± 0,5	0,5 ± 0,8	0,3 ± 0,6	-0,1 ± 0,4	0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,1
Distal	0,9 ± 0,5	1,2 ± 0,9	0,3 ± 0,6	0,2 ± 0,4	0,2 ± 0,5	-0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,1

T1 = sofort nach der Implantation, T2 = 4 Monate postoperativ; Δ = Unterschied zwischen T2 und T1.

*Statistisch signifikant, SA = Standardabweichung.

Tabelle 3 Horizontale Knochenresorption an den Messpunkten 1 mm, 3 mm und 5 mm apikal des oberen Rands des Alveolarkamms (Mittelwert ± SA)

	OCS (mm) (Cr)								
	1			3			5		
	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ
Bukkal	2,5 ± 1,2	1,4 ± 1,1	-1,1 ± 1,1	2,7 ± 1,1	2,1 ± 1,0	-0,6 ± 1,0	2,9 ± 0,9	2,5 ± 0,8	-0,4 ± 0,6
Lingual	2,4 ± 1,1	2,2 ± 0,9	-0,2 ± 0,7	3,5 ± 1,0	3,3 ± 1,2	-0,2 ± 0,6	4,1 ± 1,4	3,9 ± 1,4	-0,2 ± 0,6
	OCS (mm) (Ca)								
	1			3			5		
	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ
Bukkal	2,5 ± 1,2	0,6 ± 0,8	-1,9 ± 1,5*	2,7 ± 1,1	1,7 ± 1,0	-1,0 ± 1,2	2,9 ± 0,9	2,2 ± 1,0	-0,6 ± 0,8
Lingual	2,4 ± 1,1	1,8 ± 1,0	-0,6 ± 0,7	3,5 ± 1,0	2,9 ± 1,3	-0,7 ± 0,7	4,1 ± 1,4	3,6 ± 1,4	-0,5 ± 0,5

OCS = Abstand zwischen dem Außenrand des Alveolarkamms und der Implantatoberfläche; T1 = sofort nach der Implantation, T2 = 4 Monate postoperativ; Δ = Unterschied zwischen T2 und T1.

*Statistisch signifikant, SA = Standardabweichung.

schiede waren statistisch nicht signifikant (Tabelle 4, Abb. 9).

Diskussion

Alle Implantate waren nach einer Einheilungszeit von vier Monaten stabil und wiesen an der periimplantären Mukosa keine Zeichen einer Entzündung auf (n = 12). Die Röntgenauswertung zeigte, dass die Implantate

gut in den Knochen eingebettet waren (n = 9) und dass der am weitesten koronal gelegene Knochen-Implantat-Kontakt auf der Bukkalseite zugenommen hatte. Die Randdefekte, die bei der Implantation noch vorhanden waren, hatten sich auf der Bukkalseite gefüllt, während an den anderen Seiten noch begrenzte Defekte vorhanden waren. Die vertikale Alveolarkammresorption betrug periimplantär etwa 1 mm, an der mesialen Seite

jedoch nur 0,3 mm. Die horizontale Resorption war bukkal ausgeprägter als lingual.

Die optimalen klinischen und radiologischen Ergebnisse der Sofortimplantation sind bereits aus mehreren Studien bekannt^{3,22,23} und betreffen auch die Phase vor der Belastung, in deren Verlauf nur ein geringer Anteil der Implantate versagt. In prospektiven klinischen Studien^{5,6} wurde die Häufigkeit des Implantatverlusts

vor der Belastung mit 1 bis 2 % angegeben, während in anderen Studien gar keine Implantatverluste ermittelt wurden^{4,20,24-27}.

In der vorliegenden Studie wurde in den Randdefekten der Bukkal-seite eine Zunahme des Knochens (3,2 mm) verzeichnet, die auch aus anderen Studien bekannt ist. In einer klinischen Studie¹² wurden bei 18 Patienten insgesamt 21 Sofortimplantate gesetzt. Bei der Freilegungsoperation nach viermonatiger Heilung hatte der Knochen bukkal um 5,5 mm und lingual um 3,5 mm zugenommen. Der größte koronale Knochen-Implantat-Kontakt fand sich unmittelbar über dem Rand der rauhen Implantatoberfläche. In einer ähnlichen klinischen Studie¹³ wurden insgesamt 93 Patienten mit konischen oder zylindrischen Sofortimplantaten behandelt. Für die zylindrischen Implantate wurde eine vertikale Zunahme des Knochen-Implantat-Kontakts von bukkal 4,8 mm und lingual 3 mm und für die konischen Implantate von 5,6 mm bukkal und 1,6 mm lingual ermittelt.

In der vorliegenden Studie wurde an allen Seiten des marginalen Alveolarkamms eine Knochenresorption nachgewiesen, wobei der höchste Wert auf der Bukkal- (0,9 mm) und der niedrigste auf der Mesialseite (0,3 mm) ermittelt wurde.

Auch in anderen klinischen^{12,13} und experimentellen Studien^{8,14,15} wurde eine vertikale bukkale Resorption des Alveolarknochens beschrieben. Die Resorption an den übrigen Seiten am Implantat wurde vor Kurzem in einer klinischen⁷ und einer experimentellen Studie¹⁴ beschrieben.

In der hier vorgestellten Studie war der Knochen an der distalen Seite resorbiert. Dies könnte in allen Fällen damit zusammenhängen, dass mesial ein natürlicher Zahns vorhanden war, während der distale Zahn in einigen Fällen fehlte. So belegte eine klinische Studie⁴ radiologisch

	Defektbereich an der bukkalen, lingualen, mesialen und distalen Seite und Gesamtfläche der bukkalen und lingualen Seite (Mittelwert ± SA)					
	Bereich D (mm²)			Bereich T (mm²)		
	T1	T2	Δ	T1	T2	Δ
Bukkal	11,5 ± 9,3	1,4 ± 2,0	-10,1 ± 8,5*	18,1 ± 5,8	19,5 ± 7,8	1,4 ± 5,0
Lingual	2,4 ± 2,2	1,4 ± 1,5	-1,1 ± 1,5	42,5 ± 16,3	39,8 ± 16,4	-2,8 ± 4,5
Mesial	3,8 ± 4,2	3,9 ± 2,7	0,1 ± 2,7			
Distal	3,0 ± 3,9	3,0 ± 4,8	-0,1 ± 1,2			

T1 = sofort nach der Implantation, T2 = 4 Monate postoperativ; Δ = Unterschied zwischen T2 und T1.
*Statistisch signifikant, SA = Standardabweichung.

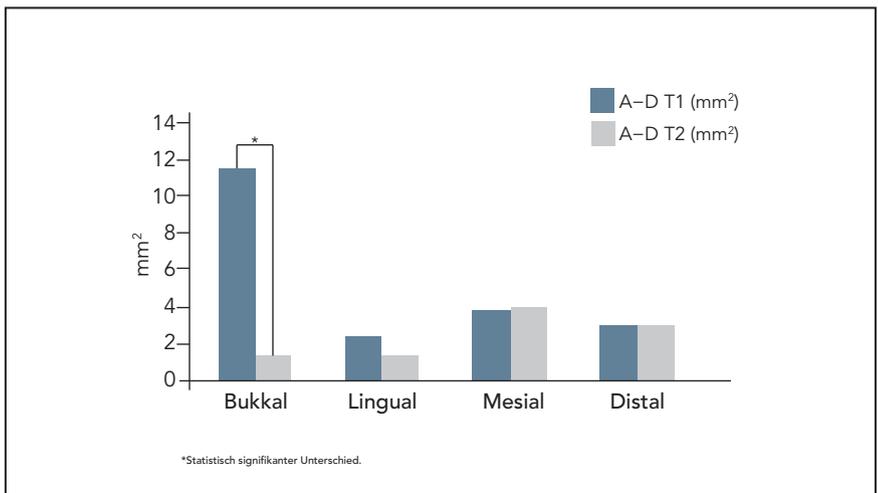


Abb. 9 Der Defektbereich (Bereich D) an T1 und T2.

eine Knochenzunahme in den ersten sechs bis 12 Monaten an Implantaten, die in Extraktionsalveolen neben natürlichen Zähnen gesetzt wurden, während an Implantaten neben unbezahnten Bereichen Knochen verloren ging. Wenn die Nachbarzähne fehlen, entsteht an allen Seiten der Sofortimplantate eine starke vertikale Resorption¹⁴.

In der vorliegenden Studie wurde die horizontale Resorption mit relativen und absoluten Messwerten beschrieben (Abb. 4). Die relativen Messungen erfolgten bezogen auf die Implantatoberfläche und den oberen Rand des Alveolarkamms.

Die Breite wurde von C bis OC (S-OC₀₋₁₀) auf Höhe von C und dann apikal immer weiter im Abstand von

1 mm bis zu 10 mm apikal gemessen. Während die Oberfläche ein stabiler Referenzpunkt ist, gilt dies nicht für den oberen Rand des Alveolarkamms, der beim Zweiteingriff apikal liegt als beim Ersteingriff. Dies bedeutet wiederum, dass die Breite des Alveolarkamms wegen der vertikalen Resorption auf unterschiedlicher Höhe gemessen wurde. Die absoluten Werte wurden durch den Vergleich der Position des Knochens zum Zeitpunkt der Implantation und nach viermonatiger Heilung ermittelt. Dieser Wert entspricht dem echten Knochenverlust. In der vorliegenden Studie waren die absoluten Werte höher als die relativen. Dies passt zu den Ergebnissen einer experimentellen Studie an Hunden¹⁵, bei der die Implantate bei sechs Hunden unmittelbar nach der Wurzelextraktion in die distalen Alveolen des dritten unteren Prämolaren inseriert wurden. Die Kontrollimplantate wurden in die Mitte der Extraktionsalveole und die Testimplantate weiter lingual und tiefer gesetzt. Nach dreimonatiger Heilung betrug die bukkale Höhe des Knochens an den Kontrollimplantaten 2,0 mm und an den Testimplantaten 0,6 mm. Nach der Korrektur für die unterschiedliche Eindrehtiefe der Implantate war die Knochenresorption an den Kontrollimplantaten mit 2,0 mm größer als mit 1,4 mm an den Testimplantaten.

Eine mögliche Erklärung ist, dass der bukkale Alveolarkamm nach der Zahnextraktion stärker resorbiert wird als der linguale, sodass der Alveolarkamm lingual mit einer höheren Krümmung abheilt als bukkal⁸. Vermutlich wird daher das bukkale Knochenniveau nach der Heilung umso höher sein, je weiter lingual das Implantat inseriert wird.

Dieselben Ergebnisse zeigt eine multivariate Mehrebenenanalyse²⁸, die sich mit den Daten einer klinischen Studie¹³ an Sofortimplantaten befasste. Dort wurde gezeigt, dass

der bukkale Knochen umso weiter nach koronal reichte, je weiter lingual das Implantat platziert wurde.

Initial befand sich auf der Bukkal-seite ein Spalt von 1,2 mm, auf der Lingualseite war er 1,4 mm breit. Diese Daten entsprechen denen anderer klinischer Studien^{12,13}, in denen die Implantate lingual zum Zentrum der Alveole gesetzt wurden. Der initial an allen Seiten vorhandene Randdefekt war nach einer Heilungszeit von vier Monaten insbesondere auf der bukkalen Seite kleiner geworden.

Schlussfolgerungen

Trotz der Einschränkungen durch Verfahrensfehler und die relativ kleine Fallzahl bestätigen die Ergebnisse dieser Studie den Erfolg der Sofortimplantation. Der bukkale Alveolarkamm durchläuft einen erheblichen Umbau, ohne jedoch die Osseointegration des Implantats zu behindern.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Morton D, Jaffin R, Weber HP. Immediate restoration and loading of dental implants: Clinical considerations and protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):103–108.
2. Schulte W, Heimke G. The Tübinger immediate implant [in German]. *Quintessenz* 1976;27:17–23.
3. Chen ST, Wilson TG Jr, Hammerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: Review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):12–25.

4. Botticelli D, Renzi A, Lindhe J, Berglundh T. Implants in fresh extraction sockets: A prospective 5 years follow-up clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:1226–1232.
5. Covani U, Cornelini R, Barone A. Buccal bone augmentation around immediate implants with and without flap elevation: A modified approach. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:841–846.
6. Prosper L, Gherlone EF, Redaelli S, Quaranta M. Four-year follow-up of larger-diameter implants placed in fresh extraction sockets using a resorbable membrane or a resorbable alloplastic material. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:856–864.
7. Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(suppl):26–28.
8. Araújo MG, Sukekava F, Wennström 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.
9. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. *Aust Dent J* 1969;14:241–244.
10. 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.
11. Denissen HW, Kalk W, Veldhuis HAH, van Waas MA. Anatomic consideration for preventive implantation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:191–196.
12. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004;31:820–828.
13. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson B, 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.

14. Botticelli D, Persson LG, Lindhe J, Berglundh T. Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:351–358.
15. Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Baffone G, Lang NP, Botticelli D. Influence of implant positioning in extraction sockets on osseointegration: Histomorphometric analyses in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:43–49.
16. Araujo MG, Wennstrom JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:606–614.
17. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:615–624.
18. Vignoletti F, de Sanctis M, Berglundh T, Abrahamsson I, Sanz M. Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: An experimental study in the beagle dog. II. Ridge alterations. *J Clin Periodontol* 2009;36:688–697.
19. de Sanctis M, Vignoletti F, Discepoli N, Zucchelli G, Sanz M. Immediate implants at fresh extraction sockets: Bone healing in four different implant systems. *J Clin Periodontol* 2009;36:705–711.
20. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: An evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003;74:557–562.
21. Cornelini R, Cangini F, Covani U, Wilson TG Jr. Immediate restoration of implants placed into fresh extraction sockets for single-tooth replacement: A prospective clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:439–447.
22. De Rouck T, Collys K, Cosyn J. Single-tooth replacement in the anterior maxilla by means of immediate implantation and provisionalization: A review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:897–904.
23. Quirynen M, Van Assche N, Botticelli D, Berglundh T. How does the timing of implant placement to extraction affect outcome? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(suppl):203–223.
24. Yukna RA. Clinical comparison of hydroxyapatite-coated titanium dental implants placed in fresh extraction sockets and healed sites. *J Periodontol* 1991;62:468–472.
25. Fugazzotto PA. Implant placement in maxillary first premolar fresh extraction sockets: Description of technique and report of preliminary results. *J Periodontol* 2002;73:669–674.
26. Maló P, Friberg B, Polizzi G, Gualini F, Vighagen T, Rangert B. Immediate and early function of Brånemark system implants placed in the esthetic zone: A 1-year prospective clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5(suppl 1):37–46.
27. Norton MR. A short-term clinical evaluation of immediately restored maxillary TiOblast single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:274–281.
28. Tomasi C, Sanz M, Cecchinato D, et al. Bone dimensional variations at implants placed in fresh extraction sockets: A multilevel multivariate analysis. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:30–36.