

Untersuchung und Vergleich der Knochenstabilität an Sofort- und Spätimplantaten mit Platform-Switching-Konzept im Oberkiefer



PD Dr. med. dent. Friedhelm Heinemann¹
Prof. Dr. med. dent. Reiner Biffar²
Dr. rer. med. Christian Schwahn, DSc, PhD³
PD Dr. med. dent. Torsten Mundt⁴

In dieser Studie wurde die Knochenstabilität an Sofortimplantaten mit Platform-Switching untersucht. Dazu wurden bei 58 Patienten insgesamt 136 Sofort- oder Spätimplantationen durchgeführt. Die Veränderungen des mesialen und distalen Knochenlevels wurden röntgenologisch an den Implantaten gemessen und statistisch mit linearen Mischmodellen ausgewertet. Kein Implantat ging verloren. Die periimplantären Veränderungen des Knochenlevels unterschieden sich im ersten Jahr bei Sofort- und Spätimplantaten nicht signifikant (95 % Konfidenzintervall: -0,10 bis -0,01 für Sofort- und -0,14 bis -0,07 für Spätimplantate). Nach dem ersten Jahr waren die Änderungen in beiden Gruppen vernachlässigbar gering. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:341–348.)

¹ Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland; Privatpraxis, Morsbach-Lichtenberg, Deutschland.

² Direktor der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland.

³ Statistiker, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland.

⁴ Oberarzt, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland.

Korrespondenz an: Dr. Friedhelm Heinemann, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde, Rotgerberstraße 8, D-17475 Greifswald, Deutschland. Fax: +49-3834-867148. E-Mail: FriedhelmHeinemann@web.de

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

Üblicherweise werden nach der Extraktion von nicht erhaltungswürdigen Zähnen sechs bis neun Monate abgewartet und anschließend dentale Implantate inseriert^{1,2}. Auf diese Weise werden die Implantate in regenerierten Knochen inseriert und sind primärstabil. Da von den extrahierten Zähnen keine parodontalen oder periapikalen Infektionen mehr ausgehen können, ist das Komplikationsrisiko an den Implantaten gering. Um die Behandlungszeit zu verkürzen und die Alveolarkammresorption zu reduzieren, wurden Sofortimplantationen (unmittelbar nach der Extraktion) und verzögerte Sofortimplantationen (einen bis zwei Monate nach der Extraktion) vorgeschlagen^{1,2}. Vorteile der Sofortimplantation sind die Reduktion operativer Eingriffe und die Möglichkeit, das Implantat durch Insertion in die Extraktionsalveole optimal axial auszurichten³. Mehrere Reviews haben gezeigt, dass sogar Implantationen in infizierte Extraktionsalveolen zu einem ebenso vorher-sagbaren Ergebnis führen wie Implantationen in ausgeheilte Alveolen. Die Überlebensrate der Implantate nach einem Jahr betrug 95 bis 100 %^{1,3-5}.

Allerdings ist die Sofortimplantation mit einigen Risiken verbunden. So ist die Knochenregeneration reduziert, wenn der Spalt zwischen der Extraktionsalveole und dem Implantat breiter als 1 mm ist⁵. Zudem ergaben Tierstudien eine langsamere initiale

Knochenheilung nach parodontalen und periapikalen Läsionen bei Sofortimplantaten verglichen mit Spätimplantaten^{6,7}. Frühere klinische Studien ergaben, dass das Implantatüberleben beeinträchtigt ist, wenn der Zahn wegen einer Parodontitis extrahiert wurde^{8,9}. Sechs Monate nach der Extraktion ist etwa ein Drittel der Alveolarkambbreite resorbiert, wobei die bukkale Alveolenwand meist stärker betroffen ist als die linguale⁴. Weder in klinischen^{12,13} noch in Tierstudien^{10,11} konnten jedoch Sofortimplantate die horizontale Reduktion des Alveolarkamms verhindern. Allerdings nahmen Breite und Höhe der Defekte zwischen Sofortimplantaten und Alveolenwänden nach vier bis sechs Monaten erheblich ab¹². Trotzdem traten Heilungsstörungen und Weichgewebsrezessionen nach Sofortimplantationen häufiger auf als nach Früh- und Spätimplantationen^{4,12}. Das Komplikationsrisiko ist bei der Sofortimplantation anscheinend erhöht bei fehlender Primärstabilität der Implantate, bei fehlenden bzw. perforierten vestibulären Alveolenwänden und einem dünnen faziellen Biotyp^{1,3,12}.

Um Veränderungen des Alveolarknochens und der umgebenden Mukosa auszugleichen, sollten Sofortimplantate weit unter dem Alveolarkamm in den palatinalen/lingualen Anteil der Alveole gesetzt werden⁴. Im Rahmen der Sofortimplantation sollte eine Kürettage der Alveole erfolgen und postoperativ Antibiotika gegeben werden. Bei entsprechender Indikation sollte zudem der Raum (< 1 mm) zwischen Implantat und Alveole mittels gesteuerter Knochenregeneration aufgefüllt werden^{3,4}.

Für Sofortimplantationen wurden viele Implantatsysteme mit unterschiedlichen enossalen Oberflächen verwendet, wobei der erfolgreiche Einsatz nur für wenige Systeme belegt ist^{11,12}. Ein neu entwickeltes Implantat mit Platform-Switching-Konzept

zeigte nach der Sofort- und Spätbelastung eine sehr geringe marginale Knochenresorption¹⁴. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob dieses Implantatsystem auch zur Sofortimplantation in Extraktionsalveolen geeignet ist. Dazu wurde die Hypothese überprüft, dass sich die marginalen Knochenniveauänderungen nach Sofort- und Spätimplantationen nicht unterscheiden.

Material und Methode

Implantate und Patienten

Die verwendeten Implantate (tioLogic, Dentaureum) besitzen ein konisches, passives Gewinde und eine raue CBS-Oberfläche (CBS = Ceramic Blasted Surface), die bis zum oberen Rand der Implantatschulter reicht (Abb. 1). Am parallelwandigen Implantathals mit Durchmesser von 3,3 bis 5,5 mm befindet sich ein Feingewinde. In dieser Studie wurden nur Implantate mit einem Durchmesser von 3,7 mm bzw. 4,2 mm verwendet. Die geraden und abgewinkelten Abutments wiesen ein Platform-Switching-Design auf.

Zur Testgruppe gehörten alle Patienten einer Privatpraxis mit nicht erhaltungswürdigen oberen Frontzähnen oder Prämolaren, die extrahiert werden mussten und durch dentale Implantate ersetzt werden sollten. Die betreffenden Zähne waren entweder frakturiert, wiesen apikale Läsionen oder eine fortgeschrittene Parodontalerkrankung auf (Abb. 2). Die Kontrollgruppe umfasste Patienten derselben Praxis, bei denen seit mindestens sechs Monaten obere Frontzähne und Prämolaren fehlten.

Bei allen Patienten wurden der allgemeine und der orale Gesundheitszustand sowie die Kieferrelationen ermittelt. Die Patienten gaben ihre schriftliche Einwilligung für die

Teilnahme an der Studie, die von der lokalen Ethikkommission befürwortet wurde. Anhand präoperativ angefertigter Panoramaröntgenaufnahmen (Siemens Orthophos, Sirona Dental Systems) wurden die Höhe und etwaige pathologische Veränderungen des Alveolarknochens erfasst.

Einschlusskriterien waren die Entscheidung für einen implantatgetragenen Zahnersatz nach der Sofort- (Testgruppe) oder Spätimplantation (Kontrollgruppe), ein guter allgemeiner Gesundheitszustand, eine erfolgreiche parodontale Behandlung, sofern sie indiziert war, und keine chronischen systemischen Erkrankungen. Ausschlusskriterien waren ein nicht kontrollierter Diabetes, Gerinnungsstörungen, Lebererkrankungen, Alkohol- und/oder Drogenabusus sowie eine reduzierte Compliance bei der Mundhygiene. In die Testgruppe wurden nur Extraktionsalveolen eingeschlossen, die unabhängig von etwaigen Knochendefekten die Primärstabilität des Implantats gewährleisten. Insgesamt erfüllten 35 Patienten (25 Frauen, 10 Männer, insgesamt 10 Raucher) mit einem mittleren Alter von $56,4 \pm 12,2$ Jahren die Kriterien für eine Studienaufnahme. Zur Kontrollgruppe gehörten 23 Patienten (13 Frauen, 10 Männer, insgesamt sechs Raucher) mit einem mittleren Alter von $61,8 \pm 12,3$ Jahren.

Behandlungsprotokoll

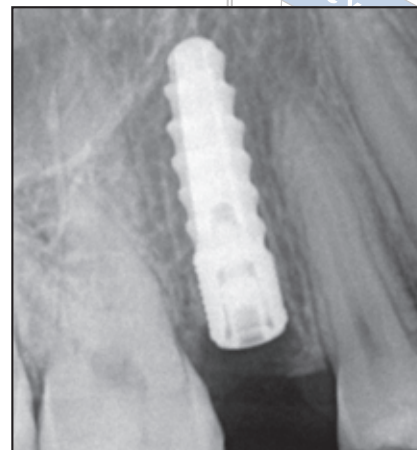
Abhängig von der anamnestisch ermittelten Verträglichkeit erhielten die Patienten eine Stunde präoperativ sowie postoperativ für eine Woche zweimal täglich entweder Penicillin (Isocillin, Aventis Pharma) oder Clindamycin (Clinda-saar, MIP Pharma). Die Operation wurde entsprechend der klinischen Gegebenheiten individuell adaptiert und unter Lokalanästhesie durchgeführt.



Abb. 1 Implantatdesign.



Abb. 2 Der rechte zweite obere Prämolare war frakturiert und wurde sofort durch ein Implantat mit einem Durchmesser von 3,7 mm ersetzt.



In der Testgruppe erfolgte eine intrasulkuläre Inzision zirkulär um den nicht erhaltungswürdigen Zahn, um die befestigte Gingiva zu erhalten. Anschließend wurde für mögliche Augmentationen bukkal und palatinal ein kleiner Lappen mobilisiert und der Zahn extrahiert. Nach Entfernung der Granulationsgewebe wurde das Implantatbett entlang der palatinalen Alveolenwand mit Standardbohrern präpariert. Dadurch konnte der apikale Anteil aller Implantate mindestens 4 mm tiefer als die ursprünglichen Wurzelspitzen gesetzt werden. Das Implantat war gegenüber der Emergenzlinie mindestens 2 mm weiter nach palatinal gerichtet. Die Implantatschulter lag immer ca. 2 bis 3 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze (SZG) der Nachbarzähne. Spalten größer als 1 mm zwischen dem Implantat und der bukkalen Alveolenwand und andere Knochendefekte wurden mit einer Mischung aus autologer Spongiosa, die beim Aufbereiten des Implantatbetts gewonnen wurde, und je nach Wunsch mit

einem Xenograft (Bio-Oss, Geistlich Pharma) oder nanokristallinem Hydroxylapatit (HA) (NanoBone, Artoss) aufgefüllt. Die Implantate wurden mit Einheilkappen versehen und die periimplantäre Gingiva mit Nähten fixiert.

In der Kontrollgruppe wurde das Implantatbett nach Lappenbildung präpariert und ein Implantat 2 bis 3 mm unter die SZG der Nachbarzähne inseriert. Knochendefekte am Implantathals wurden mit Spongiosa oder einer Mischung aus Spongiosa und Xenograft/HA aufgefüllt. Auch diese Implantate erhielten sofort eine Einheilkappe.

Nach fünf bis sechs Monaten wurden beide Gruppen prothetisch versorgt. Zur ästhetischen Weichgewebekonditionierung und progressiven Knochenbelastung erhielten die Implantate initial für vier bis sechs Wochen eine provisorische Kunststoffrestauration ohne Okklusionskontakt. Als definitive Versorgung wurden Metallkeramikronen oder festsitzende Brücken eingegliedert.

Datenauswertung

Für die radiologische Untersuchung wurden nach der Implantation und bei den anschließenden Kontrollterminen Panoramaraöntgenaufnahmen angefertigt. Mit einem Cephalostat wurde eine identische Kopfposition mit derselben Okklusalebene sichergestellt, sodass der Alveolarfortsatz und das Implantat immer im selben Winkel erfasst wurden. Mesial und distal wurde der Abstand zwischen der Implantatschulter und dem ersten sichtbaren Knochen-Implantat-Kontakt gemessen. Als Referenz diente die Implantatlänge.

Die klinische Beurteilung im Rahmen der abschließenden Röntgenkontrolle wurde von einem unabhängigen Untersucher vorgenommen, der nicht an der Behandlung der Patienten beteiligt war. Neben den radiologischen Kriterien (keine Zeichen einer Aufhellung, marginaler Knochenverlust < 0,2 mm/Jahr nach einjähriger Implantatbelastung) wurden gemäß Albrektsson et al.¹⁵ die

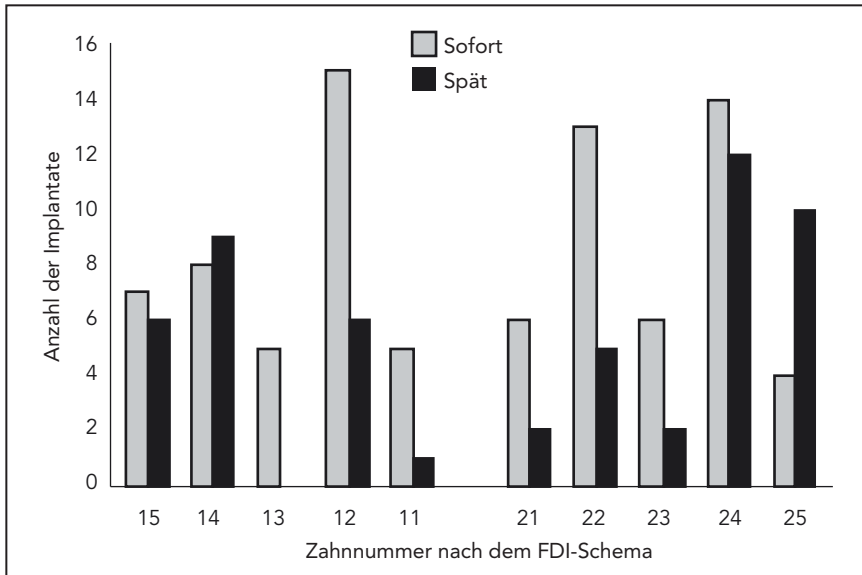


Abb. 3 Häufigkeit sofort und spät gesetzter Implantate in den jeweiligen Zahnpositionen.

folgenden klinischen Erfolgsparameter an den Implantaten erhoben: keine Schmerzen, keine Schwellung und keine Parästhesien (ja oder nein). Die Komplikationen wurden anhand der Patientenakten ermittelt.

Statistische Auswertung

Die longitudinalen Veränderungen der Knochenhöhe wurden mit einem linearen Mischmodell unter Verwendung der STATA/MP Software, Version 10.1 (StataCorp LP), ausgewertet. Mischmodelle verwenden alle verfügbaren Daten, berücksichtigen Korrelationen zwischen wiederholten Messungen bei Patienten, Zähnen und unbezahnten Bereichen und gleichen fehlende Daten aus, sofern die Voraussetzung des „zufälligen Fehlens“ erfüllt ist. Die Veränderung der Knochenhöhe wurde mit einem

diskontinuierlichen Kurvenmodell dargestellt, wie es von Singer und Willett¹⁵ beschrieben wurde. Jedes finale Modell der Veränderung des Knochenniveaus in der Ausgangssituation berücksichtigte das Geschlecht, das Alter bei Studienbeginn, die vergangene Zeit, den Schnittpunkt als fixe Effekte sowie den Schnittpunkt als Zufallseffekte oder Varianzkomponenten. Weitere Auswertungen betrachteten die Veränderung im Vergleich zwischen Rauchern und Nichtrauchern sowie zwischen der Sofort- und der Spätimplantation. Als statistisch signifikant galt ein P-Wert von 0,05.

Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Implantate und die Belastungsprotokolle der verschiedenen Zahnpositionen. Bei mehr als der Hälfte

der Patienten der Test- und Kontrollgruppe wurden mehrere Implantate gesetzt. Wie in Tabelle 1 dargestellt, unterschieden sich die adjustierten Mittelwerte der mesialen plus distalen Knochenhöhe zum Zeitpunkt der Implantation ($P = 0,045$), da mehr Sofort- als Spätimplantate unterhalb des mesialen Knochenkamms (72 % vs 43 %) und unterhalb des distalen Knochenkamms (67 % vs 28 %) gesetzt wurden. Eine Alveolarkamm-augmentation war bei 94 % der Sofortimplantationen (überwiegend mit einer Mischung aus autogenem Knochen und Knochenersatzmaterialien) sowie bei 64 % der Spätimplantationen (überwiegend mit autogenem Knochen) erforderlich.

Während der Beobachtungsphase (0,3 bis 3,8 Jahre) ging kein Implantat verloren. In Tabelle 1 ist für die Test- und Kontrollgruppe die Knochenstabilität im Beobachtungszeitraum zusammengefasst. Im ersten Jahr nach der Implantation unterschied sich die Veränderung der periimplantären Knochenhöhe nicht signifikant zwischen Sofort- und Spätimplantaten (Beispiele siehe Abb. 4). Nach dem ersten Jahr veränderte sich die Knochenhöhe in beiden Gruppen kaum noch. Auch der Vergleich zwischen Rauchern und Nichtrauchern ergab keine Unterschiede im Beobachtungszeitraum.

Bei keinem der Implantate traten röntgenologisch periimplantäre Transluzenzen auf. Der marginale Knochenverlust lag im ersten Jahr nach der Implantation unter 1 mm und anschließend unter 0,2 mm pro Jahr. Keines der Implantate wies Anzeichen einer Infektion auf. Die Auswertung der Patientenakten ergab keine Hinweise auf biologische oder technische Komplikationen. Die 3-Jahres-Erfolgsrate (gemessen an den modifizierten Kriterien von Albrektsson et al.¹⁶) betrug in beiden Gruppen 100 %.

Tabelle 1 Veränderung der Knochenstabilität im Beobachtungszeitraum*

	Sofort (Mittelwert und 95 % CI in mm) [†]	Spät (Mittelwert und 95 % CI in mm) [†]
Knochenniveau bei Studienbeginn	0,32 (0,18 bis 0,46)	-0,02 (-0,36 bis 0,33)
Sofort- vs Spätimplantate	<i>P</i> = 0,045	
Veränderung insgesamt im ersten Jahr	-0,06 (-0,10 bis -0,01) <i>P</i> = 0,013	-0,10 (-0,14 bis -0,07) <i>P</i> < 0,001
Sofort- vs Spätimplantate	<i>P</i> = 0,161	
Jährliche Veränderung nach dem ersten Jahr	0,001 (-0,05 bis 0,05) <i>P</i> = 0,969	-0,004 (-0,04 bis 0,03) <i>P</i> = 0,835
Veränderung im ersten Jahr bei Nichtrauchern	-0,05 (-0,11 bis 0,01) <i>P</i> = 0,104	-0,11 (-0,16 bis -0,07) <i>P</i> < 0,001
Sofort- vs Spätimplantate	<i>P</i> = 0,126	
Veränderung im ersten Jahr bei Rauchern	-0,07 (-0,14 bis 0,01) <i>P</i> = 0,077	-0,07 (-0,15 bis 0,01) <i>P</i> = 0,096
Sofort- vs Spätimplantate	<i>P</i> = 0,872	
Vergleich der Veränderung im ersten Jahr zwischen Rauchern und Nichtrauchern	<i>P</i> = 0,696	<i>P</i> = 0,361
Jährliche Veränderung nach dem ersten Jahr bei Nichtrauchern	0,02 (-0,05 bis 0,09) <i>P</i> = 0,525	-0,005 (-0,05 bis 0,04) <i>P</i> = 0,824
Jährliche Veränderung nach dem ersten Jahr bei Rauchern	-0,04 (-0,13 bis 0,06) <i>P</i> = 0,451	-0,004 (-0,08 bis 0,07) <i>P</i> = 0,912
Vergleich der jährlichen Veränderung nach dem ersten Jahr zwischen Rauchern und Nichtrauchern	<i>P</i> = 0,326	<i>P</i> = 0,988

CI = Konfidenzintervall.

* Koeffizienten oder lineare Kombinationen und 95 % CIs der Veränderungen (lineare Mischmodelle).

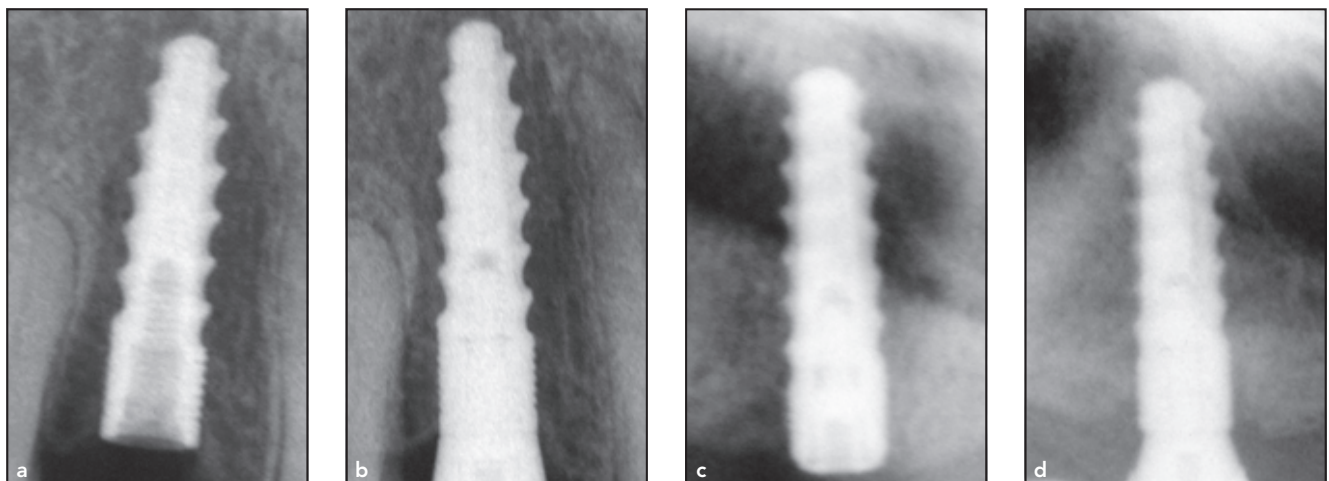
[†] Adjustiert für die korrelierten Beobachtungen bei Patienten und Tiefe der Implantation.

Abb. 4 (a) Sofortimplantat mit einem Durchmesser von 3,7 mm als Ersatz für den linken zentralen Schneidezahn mit einer Einzelkrone und (b) Spätimplantat mit einem Durchmesser von 4,2 mm in der Position der linken Prämolaren als Abutment für eine festsitzende Restauration (c) direkt postoperativ und (d) nach einem Jahr.

Diskussion

Die Arbeitshypothese wurde bestätigt: Bei den Änderungen des marginalen Knochenniveaus gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Sofort- und Spätimplantaten. Mit beiden Verfahren wurde nach einer dreijährigen Belastung eine Erfolgsrate von 100 % erreicht. Die mittlere periimplantäre Knochenresorption war nach den Sofortimplantationen mit 0,06 mm im ersten Jahr sehr gering und anschließend zu vernachlässigen. Die Konfidenzintervalle weisen bei einigen Implantaten sogar auf einen Knochengewinn hin.

Dieser ermittelte geringfügige periimplantäre Knochenabbau entspricht den Angaben aus einer Studie mit demselben Implantatsystem, in der sofortbelastete mit spätbelasteten Implantaten verglichen wurden, die mehr als sechs Monate nach der Extraktion als Spätimplantate inseriert wurden. Der mittlere periimplantäre Knochenverlust nach einem Jahr betrug nach Sofortbelastung 0,06 mm und nach Spätbelastung 0,17 mm¹⁴. Für diese Ergebnisse gibt es mehrere Erklärungsansätze. Erstens soll das Implantatdesign für eine hohe Primärstabilität in der Kortikalis und das Feingewinde am Implantathals für eine bessere Knochenheilung sorgen^{17,18}. Zweitens wird der periimplantäre Knochen bei Verwendung von Abutments mit Platform-Switching anscheinend besser erhalten^{17,19-21}. An zweiteiligen Implantaten, bei denen das Abutment und Implantat den gleichen Durchmesser haben, wurde in vielen Fällen im ersten Jahr ein periimplantärer Knochenverlust von über 1,5 mm beobachtet^{16,17}. Mögliche Ursachen dafür sind die Schaffung einer biologischen Breite, eine mobile Implantat-Abutment-Verbindung und eine bakterielle Besiedlung des Spalts zwischen Abutment und Implantat^{20,22}. Drittens erhielten die Implantate schon

während des ersten Eingriffs Einheilkappen, sodass der alveoläre Knochen bei der weiteren Behandlung nicht mehr exponiert wurde. Viertens wurden die Indikationen zur Sofort- und Spätimplantation in dieser Studie sorgfältig ausgewählt.

Der mittlere Knochenverlust von unter 0,2 mm nach der Sofort- und der Spätimplantation im ersten und den folgenden Jahren ist im Vergleich zu anderen Studien an Implantaten mit Platform-Switching sehr gering. Nach einjähriger Belastung stellten Fickl et al.²³ an Implantaten mit Platform-Switching einen periimplantären Knochenverlust von $0,30 \pm 0,07$ mm fest, an Implantaten ohne Platform-Switching hingegen von $1,00 \pm 0,22$ mm. Canullo et al.¹⁷ ermittelten eine reverse Korrelation zwischen der Größenabweichung von Abutment und Implantathalsdurchmesser und der mittleren Veränderung des periimplantären Knochenniveaus (0,99 bis 0,56 mm). In einer weiteren einjährigen Beobachtungsstudie wurden die Implantate mit Platform-Switching mindestens 1 mm subkrestal gesetzt und wiesen einen mittleren Verlust des Knochenniveaus von $0,11 \pm 0,30$ mm auf, was die Ergebnisse der hier vorgestellten Studie bestätigt²⁴. Crespi et al.²⁵ beobachteten hingegen nach zwei Jahren keine Unterschiede beim marginalen Knochenverlust zwischen Implantaten mit Platform-Switching und konventionellen Implantaten mit Außensechskant ($0,78 \pm 0,49$ mm bzw. $0,73 \pm 0,52$ mm). Allerdings wurden die Implantate sofort nach der Zahnextraktion gesetzt und belastet.

In weiteren Studien zum marginalen Knochenniveau an konventionellen Sofortimplantaten berichteten einige Autoren von einem Knochengewinn und Überlebensraten von 94 bis 100 %²⁶⁻²⁸. Zum Vergleich der Sofort- und Spätimplantation im oberen Frontzahnbereich gibt es nur zwei randomisierte Studien. Lindeboom

et al.²⁹ ermittelten bei 25 Sofortimplantationen eine 1-Jahres-Überlebensrate von 92 % (zwei Misserfolge) und bei 25 Spätimplantationen von 100 %. Die mesialen und distalen Knochenresorptionsraten waren in beiden Gruppen mit Mittelwerten von etwa 0,5 mm vergleichbar. Block et al.³⁰ verglichen Sofort- (vier Misserfolge) und Spät-Einzelzahnimplantate (ein Misserfolg) über zwei Jahre. Alle Implantate wurden sofort belastet. Die Anzahl der Misserfolge unterschied sich in beiden Studien zwischen den Belastungsgruppen jeweils nicht signifikant; allerdings war die Spätimplantation tendenziell günstiger als die Sofortimplantation¹.

Einige Aspekte der hier vorgestellten Studie sollten besonders beachtet werden. Die Sofort- und Spätimplantationen wurden nicht randomisiert vorgenommen, sondern abhängig vom jeweiligen Zustand der Zähne und des Knochens nach klinischer Erfahrung. Sofortimplantationen wurden nur bei Extraktionsalveolen durchgeführt, die eine Primärstabilität des Implantats gewährleisten. Außerdem wurden die Implantate in beiden Gruppen so gesetzt, dass die Implantatschulter 2 bis 3 mm unter der SZG der Nachbarzähne lag. Wegen der zu erwartenden Knochenresorption nach Extraktion wurden die Sofortimplantate im Verhältnis zum periimplantären Knochen normalerweise tiefer gesetzt als die Spätimplantate (Abb. 2). Damit bestand eine unterschiedliche Ausgangssituation für die Messungen des Knochenniveaus. Intraorale Röntgenaufnahmen erlauben präzisere Messungen als Panoramaraöntgenaufnahmen. Allerdings verwendeten die Autoren postoperativ ebenso wie in anderen Studien³¹ standardisierte Panoramaraöntgenaufnahmen zur Kontrolle der angrenzenden anatomischen Strukturen, d. h. der Kieferhöhle und des Nasenbodens. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden auch bei der

Kontrolluntersuchung Panoramaröntgenaufnahmen angefertigt.

Schlussfolgerung

Die Sofortbelastung von Implantaten mit Platform-Switching-Design ist eine zuverlässige Behandlungsoption, wenn sie tiefer als die ursprüngliche Wurzelspitze in den Alveolarknochen gesetzt werden. Der Knochenverlust über ein Jahr war mit unter 0,2 mm sehr gering und unterschied sich nicht zwischen den Sofort- und Spätimplantaten.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

- Esposito M, Grusovin MG, Polyzos IP, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: Dental implants in fresh extraction sockets (immediate, immediate-delayed and delayed implants). *Cochrane Database Syst Rev* 2010 Sep 8;(9):CD005968.
- Bhola M, Neely AL, Kolhatkar S. Immediate implant placement: Clinical decisions, advantages, and disadvantages. *J Prosthodont* 2008;17:576–581.
- Waasdorp JA, Evian CI, Mandracchia M. Immediate placement of implants into infected sites: A systematic review of the literature. *J Periodontol* 2010;81:801–808.
- 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.
- Chen ST, Buser D. Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):186–217.
- Marcaccini AM, Novaes AB Jr, Souza SL, Taba M Jr, Grisi MF. Immediate placement of implants into periodontally infected sites in dogs. Part 2: A fluorescence microscopy study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:812–819.
- Chang SW, Shin SY, Hong JR, et al. Immediate implant placement into infected and noninfected extraction sockets: A pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:197–203.
- Rosenquist B, Grenthe B. Immediate placement of implants into extraction sockets: Implant survival. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:205–209.
- Polizzi G, Grunder U, Goenér R, et al. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: A 5-year report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:93–99.
- Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implant Res* 2006;17:606–614.
- 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.
- Chen ST, Buser D. Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):186–217.
- Ferrus J, Cecchinato D, Pjetursson EB, Lang NP, Sanz M, Lindhe J. Factors influencing ridge alterations following immediate implant placement into extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:22–29.
- Heinemann F, Hasan I, Schwahn C, Biffar R, Mundt T. Crestal bone resorption around platform-switched dental implants with fine threaded neck after immediate and delayed loading. *Biomed Tech* 2010;55:317–321.
- Singer JD, Willett JB. *Applied Longitudinal Data Analysis: Modeling Change and Event Occurrence*. Oxford: Oxford University, 2003.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11–25.
- Canullo L, Fedele GR, Iannello G, Jepsen S. Platform switching and marginal bone-level alterations: The results of a randomized-controlled trial. *Clin Oral Implant Res* 2010;21:115–121.
- Heinemann F, Mundt T, Biffar R, Gedrange T, Götz W. A 3-year clinical and radiographic study of implants placed simultaneously with maxillary sinus floor augmentations using a new nanocrystalline hydroxyapatite. *J Physiol Pharmacol* 2009;60(suppl):91–97.
- Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9–17.
- Jung RE, Jones AA, Higginbottom FL, et al. The influence of non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. *J Periodontol* 2008;79:260–270.
- Trammell K, Geurs NC, O'Neal SJ, et al. A prospective, randomized, controlled comparison of platform-switched and matched-abutment implants in short-span partial denture situations. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:599–605.
- Canullo L, Quaranta A, Teles RP. The microbiota associated with implants restored with platform switching: A preliminary report. *J Periodontol* 2010;81:403–411.
- Fickl S, Zuhr O, Stein JM, Hürzeler MB. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:577–581.
- Donovan R, Fetner A, Koutouzis T, Lundgren T. Crestal bone changes around implants with reduced abutment diameter placed non-submerged and at subcrestal positions: A 1-year radiographic evaluation. *J Periodontol* 2010;81:428–434.
- Crespi R, Capparè P, Gherlone E. Radiographic evaluation of marginal bone levels around platform-switched and non-platform-switched implants used in an immediate loading protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:920–926.
- Shibly O, Patel N, Albandar JM, Kutkut A. Bone regeneration around implants in periodontally compromised patients: A randomized clinical trial of the effect of immediate implant with immediate loading. *J Periodontol* 2010;81:1743–1751.

27. Truninger TC, Philipp AO, Siegenthaler DW, Roos M, Hämmerle CH, Jung RE. A prospective, controlled clinical trial evaluating the clinical and radiological outcome after 3 years of immediately placed implants in sockets exhibiting periapical pathology. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:20–27.
28. 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.
29. Lindeboom JA, Tjiook Y, Kroon FH. Immediate placement of implants in periapical infected sites: A prospective randomized study in 50 patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:705–710.
30. Block MS, Mercante DE, Lirette D, Mohamed W, Ryser M, Castellon P. Prospective evaluation of immediate and delayed provisional single tooth restorations. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67 (11, suppl):89–107.
31. Nickenig HJ, Wichmann M, Schlegel KA, Nkenke E, Eitner S. Radiographic evaluation of marginal bone levels during healing period, adjacent to parallel-screw cylinder implants inserted in the posterior zone of the jaws, placed with flapless surgery. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21:1386–1393.

