



Klinische, ästhetische und radiologische Evaluation von Implantaten mit kleinem Durchmesser (3,0 mm) mit Einzelkronen im Frontbereich: Eine prospektive Studie über drei Jahre



Francesco Pieri, DDS, PhD^{1,2}
Lucia Siroli, DDS²
Caterina Forlivesi, DDS²
Giuseppe Corinaldesi, MD, DDS³

Bei 50 Patienten wurde ein oberer oder unterer Frontzahn durch ein zweiteiliges Implantat mit einem Durchmesser von 3,0 mm ersetzt. Nach drei Jahren wurden klinische und radiologische Messungen der Weich- und Hartgewebe durchgeführt und die ästhetischen Parameter (Pink Esthetic Score/White Esthetic Score [PES/WES]) bestimmt. Keines der Implantate ging verloren (Erfolgsrate: 100 %) und das Niveau der fazialen Weichgewebe sowie des marginalen Knochens blieb über den Studienverlauf stabil. Der mittlere Gesamt-PES/WES war hoch ($14,1 \pm 1,75$) und nur ein Implantat zeigte ein unschönes ästhetisches Ergebnis (PES/WES = 10). Implantate mit einem Durchmesser von 3,0 mm sind mittelfristig gut für den Einzelzahnersatz im Frontzahnbereich geeignet, wenn das Platzangebot begrenzt ist. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 777–784.)

Der Erfolg implantatgetragener Einzelzahnrestaurationen im Frontbereich hängt davon ab, ob sie sich harmonisch in das gesamte Erscheinungsbild des Patienten integrieren¹. Der Ersatz eines oberen oder unteren lateralen Schneidezahns durch ein Implantat mit Standarddurchmesser ($\geq 3,5$ mm) ist aufgrund des begrenzten Interdentalraums und des dünnen Alveolarkamms oft ästhetisch schwierig. Basierend auf Studien zum Abstand zwischen Zähnen und Implantaten sollte er mindestens 1,5 mm betragen, damit die Interdentalpapillen im ästhetischen Bereich zuverlässig erhalten bleiben^{2,3}. Daher wurden im Frontzahnbereich mit begrenztem Raumangebot Implantate mit einem Durchmesser von 3,0 bis 3,3 mm gesetzt^{4–13}. Bei der Evaluation von Einzelzahnimplantaten im Frontbereich sind die Kriterien, die mit der Osseointegration assoziiert werden, nicht mehr zutreffend. Das liegt daran, dass das ästhetische Ergebnis¹⁴ und die Stabilität der fazialen Weichgewebe¹⁵ im Vordergrund stehen. In der aktuellen Literatur finden sich kaum Veröffentlichungen zur objektiven ästhetischen Evaluation von Einzelzahnimplantaten im Laufe der Zeit^{16,17}.

Daher wurden in der vorliegenden prospektiven Studie über einen Zeitraum von drei Jahren die Reaktionen der periimplantären Weich- und

¹ Assistenzarzt, Oral Surgery Unit, Department of Dental Sciences, University of Bologna, Bologna, Italien.

² Privatpraxis, Cesena, Italien.

³ Außerplanmäßiger Professor, Oral Surgery Unit, Department of Dental Sciences, University of Bologna, Bologna, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Francesco Pieri, Via San Vitale 59, 40136, Bologna, Italien.
Fax: +39 0512088108; E-Mail: checcopieri@yahoo.it

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Hartgewebe und das ästhetische Ergebnis nach dem Setzen zweiteiliger Implantate untersucht. Sie hatten einen Durchmesser von 3,0 mm und dienten als Einzelzahnersatz im Frontbereich mit begrenztem Raumangebot.

Material und Methode

Für die Patienten galten folgende Einschlusskriterien: Alter 18 bis 65 Jahre, Einzelzahnücke im Frontbereich (zwischen den ersten Prämolaren), eine abgeheilte Extraktionsalveole (mindestens vier Monate seit der Extraktion), eine ausreichende Knochenbreite (5 bis 6 mm) für ein Implantat mit einem Durchmesser von 3,0 mm auf dem digitalen Volumentomogramm (DVT), eine ausreichende Knochenhöhe für ein mindestens 11 mm langes Implantat und die Wahrnehmung aller Kontrollbesuche. Zu den Ausschlusskriterien gehörten: allgemeine Kontraindikationen gegen oralchirurgische Eingriffe, die Einnahme von Bisphosphonaten, Kortikosteroiden oder anderen Medikamenten mit Einfluss auf die postoperative Heilung und Osseointegration, ein nicht kontrollierter Diabetes mellitus, starkes Rauchen (> 10 Zigaretten/Tag), ein Zustand nach Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich, ein Zustand nach Chemotherapie in den drei Jahren vor der Operation, ein Zustand nach Knochenaugmentation im Bereich des Implantatbetts, eine aktive parodontale Infektion an beliebiger Stelle, eine schlechte Mundhygiene, Alkohol- oder Drogenmissbrauch sowie eine Fenestrierung und/oder Dehiszenz der fazialen Knochenwand nach einer Osteotomie. Alle Behandlungen wurden von demselben Chirurg (FP) und zwei Prothetikern (LS und CF) in einer Privatpraxis in Cesena, Italien, durchgeführt. Alle Patienten unterzeichneten in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki über

Versuche am Menschen die Einwilligung nach Information.

Chirurgisches Vorgehen und prothetisches Protokoll

Eine Stunde vor der Operation erhielt jeder Patient oral 2 g Amoxicillin/Clavulansäure (Augmentin, GlaxoSmithKline). Vor dem Eingriff wurde 0,2 % Chlorhexidindigluconat (Corsodyl, GlaxoSmithKline) zur Desinfektion der extraoralen Haut und für eine zweiminütige Mundspülung verwendet. Nach einer Lokalanästhesie mit 2 % Mepivacain (1:100000 Adrenalin) wurde eine mittkrestale Inzision durchgeführt und Vollschichtlappen wurden abgehoben, um den Alveolarknochen freizulegen. Die operative Osteotomie erfolgte gemäß der Herstellerangaben im Handbuch für das AstraTech-Implantatsystem. In jedem behandelten Bereich wurde ein Implantat mit einem Durchmesser von 3 mm (OsseoSpeed, AstraTech) und einer Länge von 11 bis 15 mm gesetzt. Dabei wurde der glatte Hals auf Höhe des fazialen Knochenkamms platziert. Die Implantatplattform lag 3 bis 4 mm apikal des mittfazialen Aspekts zum freien Gingivasaum der Nachbarzähne und die verlängerte Längsachse verlief leicht palatinal zur Emergenz der Nachbarzähne¹⁸. Die Wunde wurde mit Einzelknopfnähten aus resorbierbarem Nahtmaterial (4-0 Vycril, Ethicon) verschlossen. Postoperativ erhielten die Patienten Amoxicillin + Clavulansäure (1 g/12 Stunden für fünf Tage), Ibuprofen (Brufen 600, Abbott Laboratories; 600 mg/8 Stunden für drei bis vier Tage) und spülten den Mund mit 0,2 % Chlorhexidindigluconat (alle 12 Stunden für eine Woche). Die provisorische, adhäsiv befestigte Krone wurde so beschliffen, dass sie keinen Druck auf das heilende Gewebe ausübte. Nach sieben Tagen stellten sich die Patienten

erneut zur Entfernung der Fäden vor.

Der Zweiteingriff wurde drei bis vier Monate später durchgeführt. Die Einheilkappen wurden mit einer halbmondförmigen mukosalen Inzision über der Deckschraube oder einer modifizierten Lappentechnik unter Lokalanästhesie aufgesetzt¹⁹. Die definitiven Zirkonoxidkronen wurden zwei bis drei Monate später auf die maßgefertigten Titanabutments aufgesetzt. Die linguale/palatinalen Okklusalfächen der Kronen wurden so angefertigt, dass bei Lateralbewegungen und Protrusion vorzeitige Kontakte vermieden wurden. Alle Patienten nahmen regelmäßig an einem Behandlungsprogramm teil und erhielten alle sechs Monate eine professionelle Mundhygienebehandlung. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen zwei repräsentative Fälle: einen im Oberkiefer und einen im Unterkiefer.

Untersuchte Parameter

Die klinischen, radiologischen und ästhetischen Untersuchungen wurden von demselben erfahrenen Untersucher (GC) durchgeführt, der nicht an der Behandlung der Patienten beteiligt war und vor Studienbeginn in der systematischen und reliablen Bestimmung der Testparameter unterwiesen wurde. Die Evaluationen erfolgten beim Einsetzen der definitiven Krone (Ausgangswert) und anschließend einmal jährlich. Folgende Ergebnisvariablen wurden bestimmt:

Implantaterfolg: Die Implantate wurden anhand der Erfolgskriterien von Albrektsson et al.²⁰ beurteilt: keine persistierenden subjektiven Beschwerden (Schmerzen, Fremdkörpergefühl und Dysästhesie), keine eitrige Infektion, keine Mobilität (Prüfung mit den Griffen von

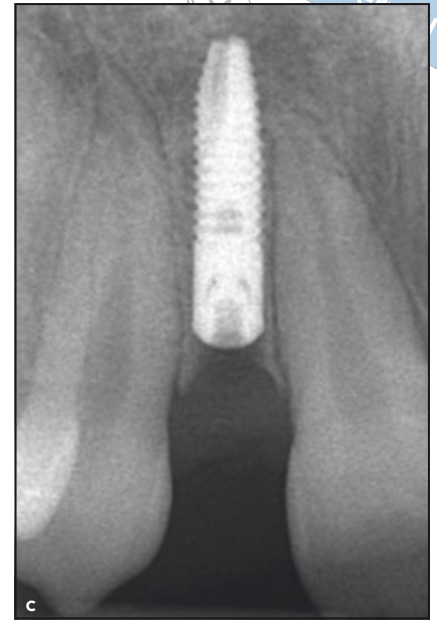
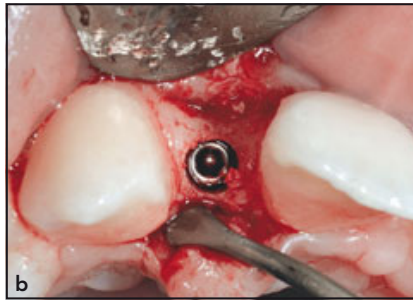


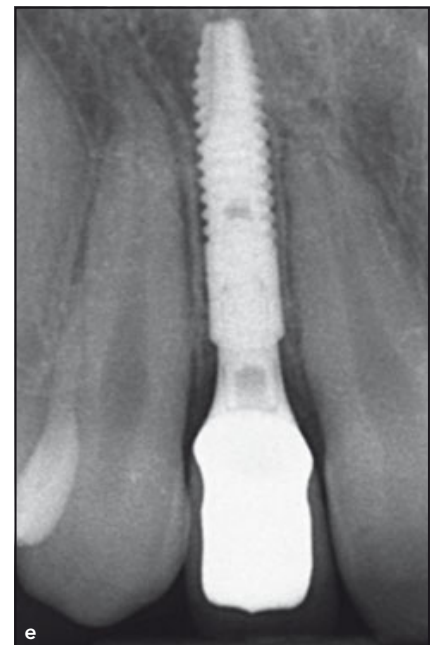
Abb. 1a Beispiel für eine Behandlung im Oberkiefer. Die 20-jährige Patientin wies eine Agenesie des bleibenden oberen rechten lateralen Schneidezahns auf.

Abb. 1b Okklusale Ansicht des Implantats mit einem Durchmesser von 3 mm in situ.

Abb. 1c Periapikale Röntgenaufnahme bei der Implantation.

Abb. 1d Faziale Ansicht der definitiven implantatgetragenen Restauration bei der Kontrolle nach 3 Jahren (PES = 10, PEW = 8).

Abb. 1e Periapikale Röntgenaufnahme bei der Kontrolle nach 3 Jahren.



zwei Metallinstrumenten), keine durchgängigen periimplantären Aufhellungen und ein marginaler Knochenverlust < 1,5 mm im ersten Jahr unter Funktion und < 0,2 mm jährlich in den folgenden Jahren.

Biologische und/oder prothetische Komplikationen: Unerwartete Abweichungen vom normalen Behandlungsergebnis umfassten folgende biologischen Komplikationen: Blutungen während und nach der Implantation,

Fisteln, Sensibilitätsstörungen, eine periimplantäre Mukositis und eine Periimplantitis. Zu den prothetischen Komplikationen gehören eine Ablösung der Krone, eine Schraubenlockerung sowie eine Fraktur des Implantats,

Abb. 2a Beispiel für eine Behandlung im Unterkiefer. Klinischer Befund eines 61-jährigen Patienten mit einem fehlenden unteren rechten zentralen Schneidezahn.

Abb. 2b Die präoperative periapikale Röntgenaufnahme zeigt einen < 6 mm breiten Interdentalraum.



Abb. 2c Faziale Ansicht der definitiven implantatgetragenen Restauration bei der Kontrolle nach 3 Jahren (PES = 9, PEW = 8).

Abb. 2d Periapikale Röntgenaufnahme bei der Kontrolle nach 3 Jahren.



der Schraube oder der Keramikverblendung.

Periimplantäre klinische Parameter: An vier Seiten der Implantate wurden der modifizierte Plaque-Index (MPI), der modifizierte Sulkus-Blutungsindex (MBI) und die Sondierungstiefe (PD, in mm)^{21,22} gemessen. Au-

Berdem wurde an der Fazialseite die Höhe der keratinisierten Mukosa (HKM, in mm) ermittelt. Diese Parameter wurden erstmals einen Monat nach dem Einsetzen der Krone kontrolliert.

Marginales Knochenniveau (MBL): Mithilfe von maßgefertigten Filmhaltern (Dentsply

Rinn) wurden standardisierte digitale periapikale Röntgenbilder (Digora Optime, Soredex) aufgenommen und mit handelsüblicher Software (Digora for Windows, Version 2,1, Soredex) ausgewertet, um den vertikalen Abstand zwischen der Implantat-Abutment-Verbindung und dem am weitesten koronal gelegenen Knochen-Implantat-Kontakt zu messen²³. Die Messungen erfolgten parallel zur Längsachse des Implantats in Pixeln und wurden unter Verwendung des bekannten Implantatdurchmessers in Millimeter umgerechnet. Der MBL-Wert wurde für jedes Implantat und jeden Untersuchungspunkt als Durchschnittswert der mesialen und distalen Werte angegeben.

Volumen des Gingivagewebes:

Mithilfe von Polyvinylsiloxan-Abformungen (Aquisil) wurden Meistermodelle des Ober- oder Unterkiefers angefertigt. Die Modelle wurden in Standardtechnik mit einem Millimeterraster als Referenz fotografiert²⁴. Die Fotografien wurden auf einem Computer digital um das Dreifache vergrößert und mit einem Bildbearbeitungsprogramm (Digora for Windows 2,1) ausgewertet. Gemessen wurde von einer Tangente zwischen den Inzisalkanten der Nachbarzähne des restaurierten Implantats und dem höchsten Punkt des mittfazialen freien Gingivasaums (MFL) sowie den mesialen und distalen Spitzen der Papillen (MPL bzw. DPL).

Ästhetische Parameter: Um das ästhetische Ergebnis der Implantatkronen objektiv zu bewerten, wurden zu Beginn und bei der Kontrolle nach drei Jahren der Pink Esthetic Score (PES) und der White Esthetic Score (WES) nach Belser et al.¹⁴ angewandt. Jedem PES/WES-Parameter

wurde ein Wert von 0, 1 oder 2 zugeordnet. Ein PES/WES \geq 12 galt als Minimum für ein akzeptables ästhetisches Ergebnis der Implantatbehandlung.

Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden mit einem Statistikprogramm (Graph-Pad InStat, Graph-Pad Software) ausgewertet. Die möglichen Unterschiede der klinischen, radiologischen und ästhetischen Befunde im Laufe der Zeit wurden mit dem t-Test für gepaarte Stichproben oder der einseitigen Varianzanalyse für wiederholte Messungen (ANOVA) überprüft. Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Tests mit $p = 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 50 konsekutive Patienten (18 Männer, 32 Frauen, mittleres Alter $41,58 \pm 16,76$ Jahre, Bereich 19 bis 64 Jahre) in die Studie aufgenommen. 14 Implantate wurden in den Bereich der unteren Schneidezähne, 21 in den Bereich der oberen lateralen Schneidezähne, vier in den Bereich der oberen zentralen Schneidezähne und 11 in den Bereich der oberen Eckzähne und ersten Prämolaren gesetzt. Die meisten Implantate waren 13 mm ($n = 33$) oder 15 mm ($n = 12$) lang; nur fünf Implantate waren 11 mm lang. Ursachen für den Zahnverlust waren in 15 Fällen (30 %) eine Agenesie, in fünf Fällen (10 %) ein endodontischer Misserfolg, in 23 Fällen (46 %) eine Parodontalerkrankung, in vier Fällen (8 %) eine Wurzelfraktur und in drei Fällen (6 %) eine nicht restaurierbare Karies.

Die Heilung verlief bei allen Patienten normal mit nur geringen Beschwerden. Bei fünf Patienten traten während der Beobachtungsphase

Tabelle 1		Klinische Parameter der implantatgetragenen Restaurationen nach dreijähriger Belastung (Mittelwert \pm SA)		
Zeitpunkt	MPI	MBI	PD (mm)	HKM (mm)
1 Monat	0,5 \pm 0,48	0,36 \pm 0,48	2,85 \pm 0,82	2,71 \pm 0,71
1 Jahr	0,32 \pm 0,46	0,28 \pm 0,43	2,73 \pm 0,73	2,63 \pm 0,7
2 Jahr	0,3 \pm 0,45	0,26 \pm 0,42	2,7 \pm 0,65	2,5 \pm 0,71
3 Jahr	0,26 \pm 0,42	0,25 \pm 0,41	2,68 \pm 0,64	2,43 \pm 0,68
p-Wert	0,026*	0,162	0,039*	0,0002*

MPI = modifizierter Plaque-Index; MBI = modifizierter Blutungsindex, PD = Sondierungstiefe, HKM = Höhe der keratinisierten Mukosa, SA = Standardabweichung.
* Über den Zeitraum statistisch signifikanter Unterschied (einseitige ANOVA; $p < 0,05$).

Komplikationen auf. Ein Patient entwickelte nach 18 Monaten eine periimplantäre Mukositis, die erfolgreich mit lokaler Kürettage und besserer häuslicher Pflege behandelt wurde. Bei einem Patienten kam es zur inzisalen Fraktur der provisorischen Krone, die noch am selben Tag repariert wurde. Bei einem anderen Patienten lockerte sich nach 14 Monaten die Abutment-Schraube mit Dezementierung der Krone. Die Schraube wurde mit 15 Ncm festgedreht und die definitive Krone rezementiert. Außerdem erhielt der Patient für die Nacht eine Schiene. Bei einem weiteren Patienten splitterten nach einem Jahr kleine Anteile der palatinalen Verblendkeramik ab, was durch mechanisches Polieren behoben wurde. Beim fünften Patienten lockerte sich die definitive Krone nach zwei Jahren und wurde rezementiert.

Keines der Implantate ging verloren. Nach drei Jahren erfüllten alle 50 Implantate das Erfolgskriterium der Osseointegration (Erfolgsrate 100 %).

Klinische und radiologische Parameter

Die Bestimmung des MPI und des MBI nach drei Jahren zeigte in $> 60\%$ der Fälle weder Plaque noch eine Blutung. Die mittleren Werte für MPI und MBI waren nach drei Jahren niedriger als nach einem Monat, wobei dieser Unterschied nur für den MPI statistisch signifikant war ($p = 0,026$; Tabelle 1). Die mittlere periimplantäre PD hatte nach drei Jahren um $0,17 \pm 0,41$ mm und die mittlere periimplantäre HKM um $0,27 \pm 0,57$ mm abgenommen (Tabelle 1).

Obwohl die MFL-Werte im Lauf der Zeit statistisch signifikant anstiegen ($p < 0,0001$), veränderte sich die MFL über den Zeitraum von drei Jahren nur minimal um 0,12 mm (Tabelle 2). Von den 50 Patienten wies nur einer (2 %) eine starke mittfaziale Rezession mit einer Tiefe von 1,5 mm auf. Die Höhenzunahme der mesialen Papille ($0,2 \pm 0,15$) und der distalen Papille ($0,11 \pm 0,14$ mm) nach drei Jahren fiel zwar gering aus, war aber statistisch

Tabelle 2 Mittlere Höhe der Hart- und Weichgewebe sowie deren Veränderung (\pm SA; mm) vom Einsetzen der definitiven Krone (Ausgangswert) bis zur Kontrolle nach 3 Jahren

Zeitpunkt	MPL	MFL	DPL	MBL
Ausgangswert	4,92 \pm 0,75	8,21 \pm 0,97	4,98 \pm 0,74	0,02 \pm 0,04
1 Jahr	4,81 \pm 0,7	8,31 \pm 0,98	4,91 \pm 0,73	0,21 \pm 0,14
2 Jahre	4,76 \pm 0,69	8,32 \pm 0,97	4,89 \pm 0,73	0,22 \pm 0,15
3 Jahre	4,72 \pm 0,71	8,34 \pm 0,98	4,86 \pm 0,74	0,24 \pm 0,15
Ausgangswert bis 3 Jahre	0,2 \pm 0,15	-0,12 \pm 0,21	0,11 \pm 0,14	-0,22 \pm 0,14
p-Wert	< 0,0001*	< 0,0001*	< 0,0001*	< 0,0001*

MPL = mesiale Papillenhöhe, MFL = mittelfaziale Gingivahöhe, DPL = distale Papillenhöhe, MBL = marginales Knochenniveau. SA = Standardabweichung.
* Über den Zeitraum statistisch signifikanter Unterschied (einseitige ANOVA; $p < 0,05$).

signifikant (Tabelle 2, $p < 0,0001$). Bei drei von 50 Patienten (6 %) bestand nach drei Jahren eine Rezession der Papille $\leq 0,5$ mm.

Das mittlere MBL nahm im ersten Jahr der Belastung signifikant von $0,02 \pm 0,04$ mm auf $0,21 \pm 0,14$ mm zu ($p < 0,0001$; Tabelle 2) und blieb dann für drei Jahre mit einem Mittelwert von $0,24 \pm 0,15$ mm stabil. Die Frequenzanalyse von Δ MBL_{3-Jahre-Ausgangswert} ergab bei 48 der 50 Implantate (96 %) einen minimalen Knochenverlust ($< 0,5$ mm) und bei nur zwei Implantaten (4 %) einen Knochenverlust von 0,5 bis 1,0 mm.

Ästhetische Evaluation: PES/WES-Werte

In Tabelle 3 sind die PES- und WES-Scores der 50 untersuchten Einzelzahnimplantate zusammengefasst. Nach drei Jahren betrug der mittlere Gesamt-PES/WES $14,1 \pm 1,75$ (Bereich: 10 bis 19). Bei sechs (12 %) der 50 Einzelzahnimplantate war das Ergebnis fast perfekt (PES/WES ≥ 18). Bei 43 der 50 (86 %) Implantate wurde ein akzeptables Ergebnis und bei einem Implantat (2 %) ein ästhetisch ungünstiges Ergebnis (PES/WES < 12) erreicht.

Diskussion

In der hier vorgestellten Studie wurden die mittelfristigen klinischen und ästhetischen Ergebnisse von Implantaten mit einem Durchmesser von 3 mm im ästhetisch anspruchsvollen Bereich mit begrenzter Knochenbreite und eingeschränktem Raumangebot untersucht. Nach drei Jahren waren alle 50 Implantate erfolgreich und dauerhaft osseointegriert (Erfolgsrate von 100 %). Die klinischen Standardparameter (MPI, MBI, PD und HKM) bescheinigten den Erhalt des gesunden periimplantären Weichgewebes über den gesamten Studienzeitraum. Es traten keine schwerwiegenden prothetischen Komplikationen, wie Abutment- oder Keramikfrakturen, auf. Nur bei einem Patienten (2 %) lockerte sich die Abutment-Schraube. Diese niedrige Inzidenz der Abutment-Lockerung passt zu der veröffentlichten Literatur zu Einzelzahnimplantaten mit Standarddurchmesser und Schraubkonusverbindung^{25,26}.

Eines der Hauptziele dieser Studie war die Evaluation der Beziehung zwischen dem schmalen Implantatdurchmesser und dem MBL. In Studien über den Einzelzahnersatz mit zweiteiligen Implantaten mit einem Durchmesser von 3 mm wurde die Veränderung des

MBL über einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren mit 0,75 bis 0,85 mm angegeben^{5,11}. Bei einteiligen Implantaten mit einem Durchmesser von 3 mm im ästhetischen Bereich veränderte sich das MBL nach einjähriger Belastung um 0,53 bis 1,6 mm^{10,12,13}. In der vorliegenden Studie änderte sich das mittlere MBL nach drei Jahren um 0,22 mm und fiel damit geringer aus als in den vorgenannten Studien. Vermutlich hatte die Verwendung von selbstschneidenden Gewindeimplantaten mit speziellen knochenerhaltenden Eigenschaften²⁷⁻³⁰ (Osseospeed-Oberfläche, Mikrogewinde am Implantatthals und Platform-Switching an der Implantat-Abutment-Verbindung) einen positiven Einfluss auf den langfristigen Erhalt des MBL. Außerdem stützte die stabile Knochenplattform die Weichgewebekontur, sodass der Kronenrand im Studienverlauf submukosal lag und die Papillen klinisch angenehm waren. Diese günstigen klinischen Ergebnisse wurden durch den hohen mittleren PES/WES-Score ($14,1 \pm 1,75$) nach drei Jahren bestätigt. Nur eine Oberkieferrestauration wurde als ästhetischer Misserfolg eingestuft, da es dort zu einer schweren Rezession am Gingivasaum kam. Verantwortlich dafür waren das tief gesetzte Implantat und die ungünstige Fazialneigung des Implantat-Kronen-

Tabelle 3 Einzelwerte des PES/WES beim Einsetzen der definitiven Krone und bei der Kontrolle nach 3 Jahren

	Kronenplatzierung (n = 50)			Mittelwert ± SA	Jahre (n = 50)			Mittelwert ± SA	p-Wert*
	0	1	2		0	1	2		
Pink esthetic ecore (PES)									
Mesiale Papille		34 (68)	16 (32)	1,32 ± 0,46		32 (64)	18 (36)	1,36 ± 0,48	0,159
Distale Papille		32 (64)	18 (36)	1,34 ± 0,48		30 (60)	20 (40)	1,4 ± 0,49	0,083
Kurvatur der fazialen Mukosa		26 (52)	24 (48)	1,48 ± 0,5		27 (54)	23 (46)	1,46 ± 0,5	0,322
Höhe der fazialen Mukosa	1 (2)	26 (52)	23 (46)	1,44 ± 0,54	1 (2)	28 (56)	21 (42)	1,4 ± 0,53	0,159
Wurzelkonvexität/Weichgewebefarbe und -konsistenz	1 (2)	33 (66)	16 (32)	1,28 ± 0,49	1 (2)	31 (62)	18 (36)	1,34 ± 0,52	0,083
Gesamt				6,86 ± 0,88				6,96 ± 0,92	0,255
White esthetic score (WES)									
Zahnform		28 (56)	22 (44)	1,44 ± 0,5		29 (58)	21 (42)	1,42 ± 0,49	0,322
Zahnvolumen		24 (48)	26 (52)	1,52 ± 0,5		26 (52)	24 (48)	1,48 ± 0,5	0,159
Zahnfarbe	1 (2)	31 (62)	18 (36)	1,34 ± 0,52	1 (2)	29 (58)	20 (40)	1,38 ± 0,53	0,569
Oberflächenkonsistenz		25 (50)	25 (50)	1,54 ± 0,5		23 (46)	27 (54)	1,54 ± 0,5	0,322
Transluzenz		33 (66)	17 (34)	1,32 ± 0,47		31 (62)	19 (38)	1,38 ± 0,49	0,322
Gesamt				7,16 ± 0,95				7,1 ± 1,09	0,821

*t-Test für gepaarte Stichproben; p = 0,05. SA = Standardabweichung.

Komplexes. Dies verursachte eine deutliche Resorption des fazialen Alveolarknochens mit nachfolgendem Weichgewebekollaps.

Schlussfolgerungen

Im Frontbereich mit schmalen Interdentalräumen ist ein reliabler Einzelzahnersatz mit zweiteiligen Implantaten mit einem Durchmesser von 3 mm möglich. Nach einer Belastungszeit von bis zu drei Jahren wurde mit dieser Behandlung ein gutes ästhetisches Ergebnis erreicht. Diese positiven Ergebnisse sollten durch größer angelegte longitudinale Multicenter-Studien überprüft werden.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

- den Hartog L, Slater JJ, Vissink A, Meijer HJ, Raghoobar GM. Treatment outcome of immediate, early and conventional single-tooth implants in the esthetic zone: A systematic review to survival, bone level, soft-tissue, esthetics and patient satisfaction. J Clin Periodontol 2008;35: 1073–1086.
- Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. J Periodontol 2000;71:546–549.

- Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. J Periodontol 2001;72:1364–1371.
- Polizzi G, Fabbro S, Furri M, et al. Clinical application of narrow Brånemark System implants for single-tooth restorations. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14: 496–503.
- Vigolo P, Givani A. Clinical evaluation of single-tooth mini-implant restorations: A five-year retrospective study. J Prosthet Dent 2000;84:50–54.
- Andersen E, Saxegaard E, Knutsen BM, Haanaes HR. A prospective clinical study evaluating the safety and effectiveness of narrow-diameter threaded implants in the anterior region of the maxilla. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:217–224.

7. Zarone F, Sorrentino R, Vaccaro F, Russo S. Prosthetic treatment of maxillary lateral incisor agenesis with osseointegrated implants: A 24–39-month prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:94–101.
8. Comfort MB, Chu FC, Chai J, et al. A 5-year prospective study on small diameter screw-shaped oral implants. *J Oral Rehabil* 2005;32:341–345.
9. Froum SJ, Cho SC, Cho YS, Elian N, Tarnow D. Narrow-diameter implants: A restorative option for limited interdental space. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:449–455.
10. Reddy MS, O'Neal SJ, Haigh S, Aponte-Wesson R, Geurs NC. Initial clinical efficacy of 3-mm implants immediately placed into function in conditions of limited spacing. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:281–288.
11. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Immediate versus one-stage restoration of small-diameter implants for a single missing maxillary lateral incisor: A 3-year randomized clinical trial. *J Periodontol* 2009;80:1393–1398.
12. Sohn DS, Bae MS, Heo JU, Park JS, Yea SH, Romanos GE. Retrospective multicenter analysis of immediate provisionalization using one-piece narrow-diameter (3.0-mm) implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:163–168.
13. Zembic A, Johannesen LH, Schou S, et al. Immediately restored one-piece single-tooth implants with reduced diameter: one-year results of a multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:49–54.
14. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: A cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol* 2009;80:140–151.
15. Priest G. Predictability of soft tissue form around single-tooth implant restorations. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:19–27.
16. Buser D, Wittneben J, Bornstein MM, Grütter L, Chappuis V, Belser UC. Stability of contour augmentation and esthetic outcomes of implant-supported single crowns in the esthetic zone: 3-year results of a prospective study with early implant placement postextraction. *J Periodontol* 2011;82:342–349.
17. Cosyn J, Eghbali A, De Bruyn H, Collys K, Cleymaet R, De Rouck T. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: 3-year results of a case series on hard and soft tissue response and esthetics. *J Clin Periodontol* 2011;38:746–753.
18. Funato A, Salama MA, Ishikawa T, Garber DA, Salama H. Timing, positioning, and sequential staging in esthetic implant therapy: A four-dimensional perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:313–323.
19. Adriaenssens P, Hermans M, Ingber A, Prestipino V, Daelemans P, Malevez C. Palatal sliding strip flap: Soft tissue management to restore maxillary anterior esthetics at stage 2 surgery: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:30–36.
20. 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.
21. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E Jr, Land NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987;2:145–151.
22. Bornstein MM, Schmid B, Belser UC, Lussi A, Buser D. Early loading of non-submerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:631–638.
23. Noelken R, Morbach T, Kunkel M, Wagner W. Immediate function with NobelPerfect implants in the anterior dental arch. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:277–285.
24. Pieri F, Aldini NN, Marchetti C, Corinaldesi G. Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants: A randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:169–178.
25. Doring K, Eisenmann E, Stiller M. Functional and esthetic considerations for single tooth Ankylos implant crowns: 8 years of clinical performance. *J Oral Implantol* 2004;30:198–209.
26. Cooper LF, Ellner S, Moriarty J, et al. Three-year evaluation of single-tooth implants restored 3 weeks after 1-stage surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:791–800.
27. Stanford CM, Johnson GK, Fakhry A, Garton D, Mellonig JT, Wagner W. Three-year post loading outcomes with microthreaded OsseoSpeed dental implants placed in the posterior-maxilla. *Applied Osseointegration Research* 2008;7:49–57.
28. Bratun EA, Tandlich M, Shapira L. A rough surface implant neck with microthreads reduces the amount of marginal bone loss: A prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:827–832.
29. Piao CM, Lee JE, Koak JY, et al. Marginal bone loss around three different implant systems: Radiographic evaluation after 1 year. *J Oral Rehabil* 2009;36:748–754.
30. Cappiello M, Luongo R, Di Iorio D, Buggea C, Cocchetto R, Celletti R. Evaluation of peri-implant bone loss around platform-switched implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:347–355.