

Vollkeramische implantatgetragene Einzelzahnkronen auf modifizierten Zirkonoxidabutments: Eine prospektive randomisierte kontrollierte klinische Studie über den ästhetischen Effekt von rosafarbenen Verblendkeramiken



Dominik L. E. Büchi, Dr. med. dent.¹
Irena Sailer, Prof. Dr. med. dent.²
Vincent Fehmer, MDT¹
Christoph H. F. Hämmerle, Prof. Dr. med. dent.³
Daniel S. Thoma, PD Dr. med. dent.⁴

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob eine rosafarbene Keramikverblendung des submukosalen Anteils von Zirkonoxidabutments die Farbe der periimplantären Mukosa positiv beeinflusst. Einzelzahnimplantate wurden mit weißen Zirkonoxidabutments (Kontrollgruppe) oder rosafarben verblendeten Zirkonoxidabutments und Vollkeramikronen restauriert. Um das ästhetische Ergebnis zu beurteilen, wurde die periimplantäre Mukosafarbe spektrophotometrisch gemessen. Nachdem die Abutments eingesetzt und die Kronen zementiert waren, verfärbte sich die periimplantäre Mukosa in der Test- und in der Kontrollgruppe sichtbar im Vergleich zur Mukosa an den natürlichen Zähnen. Die berechneten Farbunterschiede lagen über der klinischen Sichtbarkeitschwelle und fielen in der Kontrollgruppe – wenn auch statistisch nicht signifikant – günstiger aus. Offenbar beeinflusst die Verblendung von Zirkonoxidabutments mit rosafarbener Keramik das ästhetische Ergebnis nicht positiv. Die Ursache war vor allem eine geringere Helligkeit im Vergleich zur Kontrollgruppe. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 29–37)

¹ Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Universität Zürich, Zürich, Schweiz.

² Leiterin, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik und Okklusion, Universität Genf; ehem. Oberärztin, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Universität Zürich, Zürich, Schweiz.

³ Professor und Leiter, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Zürich, Schweiz.

⁴ Oberarzt, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum Zahnmedizin, Universität Zürich, Zürich, Schweiz.

Korrespondenz an: PD Dr. Daniel S. Thoma, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahnmedizin, Plattenstraße 11, 8032 Zürich, Schweiz. Fax: +41 44 634 42 56. E-Mail: daniel.thoma@zzm.uzh.ch

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Implantatgetragene Einzelzahnkronen sind aufgrund ihrer ausgezeichneten klinischen Langzeitergebnisse eine valide Alternative zu konventionellen Kronen^{1–3}. Materialien der Wahl für eine Implantatbehandlung sind Metallabutments und zementierte Metallkeramikronen⁴. Klinische Studien ergaben für alle Bereiche im Ober- und Unterkiefer ausgezeichnete Überlebensraten von Metallabutments^{2,5–7}. Allerdings unterliegt die Verwendung von Metallabutments bestimmten Einschränkungen und ist mit Nachteilen, die überwiegend das ästhetische Ergebnis betreffen, verbunden. Aus klinischen Studien ist bekannt, dass Metallabutments bei dünner periimplantärer Mukosa zu grauen Schattierungen und dunklen Verfärbungen führen können^{8–11}. Um diese ästhetischen Einschränkungen zu überwinden, wurden Zirkonoxidabutments eingeführt, die mehrere biologische Vorteile haben: eine geringere Bakterienadhäsion¹², eine bessere Biokompatibilität als Titan^{8,13,14–17} und ein den Metallen überlegenes biologisches Verhalten, da Keramiken nicht korrodieren und/oder keiner galvanischen Kopplung unterliegen^{18,19}. Zirkonoxid- und Titanabutments erzielten in einer randomisierten kontrollierten Studie ähnliche klinische Resultate, wobei es bei den biologischen und technischen Ergebnissen keine Unterschiede gab¹⁰. Außerdem wurde belegt, dass die

mechanische Festigkeit von Zirkonoxidabutments für den klinischen Gebrauch ausreicht, sodass sie als Alternative zu Metallabutments geeignet sind¹⁴. Trotzdem gibt es nur begrenzte wissenschaftliche Daten aus prospektiven kontrollierten randomisierten Langzeitstudien zur Evaluation der klinischen Ergebnisse von Keramikabutments¹⁴. Zudem ist der Einfluss der möglichen Nachteile, wie die Neigung zur hydrolytischen Degradierung und eine reduzierte Bruchfestigkeit, gegenüber Metallabutments auf die klinischen Langzeitergebnisse unbekannt^{20,21}. Zirkonoxidabutments bieten nicht nur günstige biologische Eigenschaften und die beschriebenen klinischen Ergebnisse, sondern ihre weiße Farbe verhindert auch eine Verfärbung der periimplantären Mukosa, wodurch sie einen ästhetischen Vorteil gegenüber Metallabutments zeigen^{8,22}. Aber auch weiße Zirkonoxidabutments können, meist bei einer dünnen Mukosa, eine geringfügige Verfärbung der periimplantären Gewebe auslösen¹⁰. Vermutlich lässt sich das ästhetische Ergebnis durch eine weitere Optimierung der submukosalen Abutmentfarbe weiter verbessern. Das ästhetische Ergebnis von Zirkonoxidabutments mit rosafarbenen verblendeten submukosalen Anteilen wurde bislang noch nicht in einer randomisierten kontrollierten klinischen Studie untersucht. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob die Farbe des submukosalen Anteils von Zirkonoxidabutments die Farbe der periimplantären Mukosa und damit das ästhetische Ergebnis positiv beeinflusst.

Material und Methode

Studiendesign und Patienten

In diese randomisierte kontrollierte klinische Studie wurden nach der Be-

willigung durch die lokale Ethikkommission (KEK-ZH Nr. 2010-0041/5) 20 Patienten aufgenommen, bei denen im Ober- oder Unterkiefer in der Position der Schneidezähne, Eckzähne oder Prämolaren 20 dentale Implantate (AstraTech) gesetzt worden waren. Einschlusskriterien waren erfolgreich osseointegrierte Implantate²³, keine systemischen Krankheiten, gute Mundhygiene, Raucher- oder Nichtraucherstatus und keine Hinweise auf Bruxismus. Alle Implantate sollten mit Restaurationen aus Zirkonoxidabutments (Atlantis shade 00, AstraTech) und Vollkeramikronen versorgt werden. Bei der definitiven Abformung wurden die Patienten randomisiert der Testgruppe (weißes Zirkonoxidabutment mit rosafarbenem submukosalem Anteil) oder der Kontrollgruppe (weißes Zirkonoxidabutment) zugewiesen. Abbildung 1 zeigt einen klinischen Fall.

Prothetisches Protokoll und Behandlungsverfahren

Alle Zirkonoxidabutments wurden mit dem CAD/CAM-Verfahren hergestellt (Atlantis, AstraTech). In der Testgruppe wurde der submukosale Anteil der Zirkonoxidabutments gemäß den Herstellervorgaben mit rosafarbener Glaskeramik (Creation ZI, Klema) verblendet (Abb. 1b). Anhand der Ergebnisse einer noch unveröffentlichten Studie wurde ausgewählt, welche Farbe der mittleren Farbe der natürlichen Gingiva der Nachbarzähne am besten entsprach. Die Dicke der Keramikschiicht wurde auf Höhe des Abutment-Kronen-Abschlusses mit 0,5 mm festgelegt und nahm bis zur Implantatschulter kontinuierlich ab. In der Kontrollgruppe wurde das weiße Zirkonoxidabutment (Atlantis shade 00) nicht modifiziert (Abb. 1c). Bei einer klinischen Einprobe wurden die Abmessungen des Abutments sowie

die horizontale und vertikale Position der Abutmentschulter überprüft. Gegebenenfalls wurde die Schulterhöhe verändert, sodass sie zirkumferenziell 1 mm unter dem Mukosasaum verlief. Anschließend wurden Vollkeramikronen (emax, Ivoclar Vivadent) angefertigt. Die Abutments wurden mit einem Eindrehmoment von 20 Ncm auf den Implantaten befestigt. Anschließend wurde ein Retraktionsfaden (Ultrapak, Ultradent) gelegt und die Kronen mit Kompositzement befestigt (Panavia 21, Kuraray Medical).

Klinische Untersuchungen

Unmittelbar nach der Zementierung der Kronen wurden die folgenden Parameter bestimmt.

Biologische Untersuchungen

Zu den biologischen Untersuchungen gehörten der Parodontalstatus mit parodontaler Sondierungstiefe (PD), Blutung beim Sondieren (BOP), die Plaque-Kontrolle (PCR), Mukosa-/Gingivarezessionen (REC) und die Breite der keratinisierten Mukosa (KM). Außerdem wurde die Dicke der Mukosa mit einer endodontischen Sonde 1 mm unter dem Gingiva-/Mukosasaum am Implantat und an der Kontrollstelle (kontralateraler Zahn) bis auf die nächsten 0,5 mm genau gemessen.

Ästhetische Untersuchung

Die ästhetische Untersuchung umfasste die Messung der Farbe von Mukosa/Gingiva mit einem Spektrophotometer (Spectroshade, MHT) sowie der Papillenhöhe, des Papillenindex und der Kronenhöhe (Abb. 2).

Die spektrophotometrischen Messungen wurden 1 mm unter dem Gin-

giva-/Mukosasaum am Implantat und am kontralateralen natürlichen Zahn durchgeführt. Das Implantat wurde vor sowie fünf bis 10 Minuten nach dem Einsetzen des Abutments (vor der Kronenzementierung), sofort, nachdem die Weichgewebe nicht mehr abgeblasst waren, sowie eine Woche nach der Zementierung der Kronen evaluiert. Alle Farbmessungen erfolgten gemäß einer bereits veröffentlichten Publikation²⁴. Die Farbdifferenz (ΔE) wurde zwischen dem Implantat mit Abutment und dem kontralateralen Zahn sowie zwischen dem Implantat mit zementierter Krone und dem kontralateralen Zahn berechnet.

Statistische Auswertung

Für alle Daten wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die biologischen und ästhetischen Ergebnisse der Test- und der Kontrollgruppe wurden mit dem Student-t-Test verglichen. Das Signifikanzniveau wurde für alle Tests auf $P < 0,05$ festgelegt. Zur Auswertung wurde ein statistisches Computerprogramm (Graphpad Prism, GraphPad Software) verwendet.

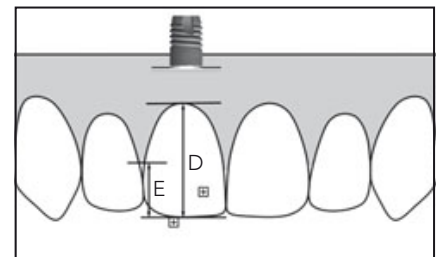
Ergebnisse

In der Testgruppe wurden drei Schneidezähne und sieben Prämolaren durch Implantate ersetzt, in der Kontrollgruppe sieben Schneidezähne und drei Prämolaren im Ober- oder im Unterkiefer. Bei allen 20 Patienten wurden die definitiven Restaurationen eingesetzt. Abbildung 3 zeigt einen Patienten der Testgruppe. Ein klinischer Fall aus der Kontrollgruppe wird in Abbildung 4 dargestellt.



Abb. 1 (a) Klinischer Fall mit Zirkonoxidabutments in der Position von zwei lateralen Schneidezähnen: rosa verblendetes Abutment links (Test) und weißes Abutment rechts (Kontrolle). (b) Testabutments, rosa verblendet. (c) Kontrollabutments, weiß.

Abb. 2 Ästhetische Messungen: D = Abstand zwischen dem höchsten Punkt der Krone und der Basis von Zahn/Implantat (Kronenlänge) und E = Abstand zwischen den Papillenspitzen und der Inzisalkante (Papillenhöhe).



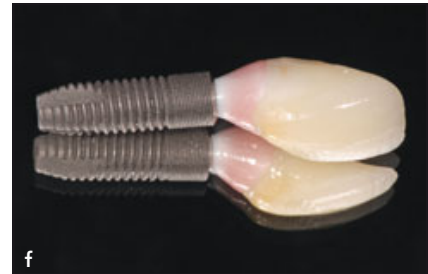
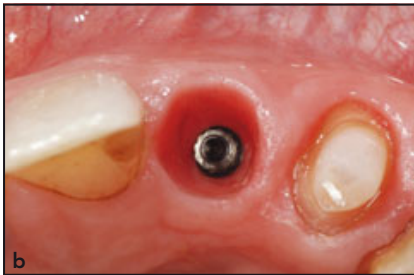


Abb. 3 (a) Klinisches Bild bei Behandlungsbeginn. (b) Emergenzprofil zum Zeitpunkt der definitiven Abformung (Studienbeginn). (c) Einprobe eines Zirkonoxidabutments (rosa, Testgruppe) von okklusal betrachtet. (d) Einprobe eines Zirkonoxidabutments (rosa, Testgruppe) in der Ansicht von bukkal. (e) Definitive Vollkeramikrestauration in situ; intraorale Ansicht. (f) Definitive Vollkeramikrestauration.

Biologische Ergebnisse

Alle Implantate blieben osseointegriert. Beim Einsetzen der definitiven Restauration wurden keine biologischen Komplikationen beobachtet. Eine Übersicht aller biologischen Ergebnisvariablen zeigt Tabelle 1.

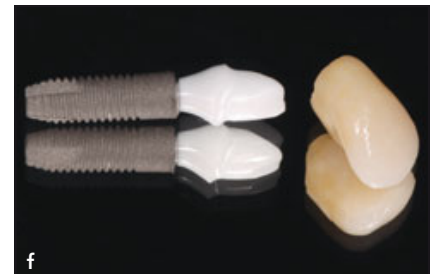
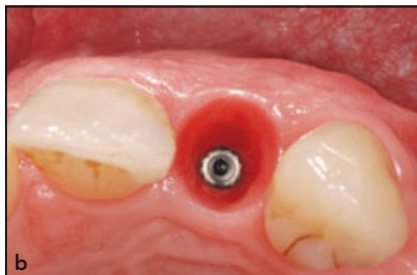
Die bukkale Gewebedicke an den Implantaten unterschied sich zwischen der Test- und der Kontrollgrup-

pe nicht signifikant ($P > 0,05$). An den Kontrollzähnen war das Gewebe signifikant dünner ($1,4 \pm 0,4$ mm) als an den Implantaten ($1,7 \pm 0,6$ mm) ($P < 0,05$). In der Testgruppe war die periimplantäre Mukosa bei acht Patienten dünner als 2 mm und bei zwei Patienten ≥ 2 mm. In der Kontrollgruppe war die periimplantäre Mukosa bei fünf Patienten dünner als 2 mm und bei fünf Patienten ≥ 2 mm.

Ästhetische Auswertung

Alle ästhetischen Daten sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengefasst. Die nicht restaurierten Abutments verursachten sichtbare Farbveränderungen der periimplantären Mukosa im Vergleich zu der Mukosa an den kontralateralen natürlichen Zähnen. Die Farbe veränderte sich in der Testgruppe stärker ($\Delta E 6,4 \pm 3,9$) als

Abb. 4 (a) Klinisches Bild vor der Extraktion des oberen linken lateralen Schneidezahns aufgrund einer Kronenfraktur. (b) Emergenzprofil zum Zeitpunkt der definitiven Abformung (Studienbeginn). (c) Einprobe eines Zirkonoxidabutments (weiß, Kontrollgruppe) von okklusal betrachtet. (d) Einprobe eines Zirkonoxidabutments (weiß, Kontrollgruppe) von bukkal betrachtet. (e) Definitive Vollkeramikrestauration in situ; intraorale Ansicht. (f) Definitive Vollkeramikrestauration.



in der Kontrollgruppe (ΔE $5,2 \pm 2,9$) ($P > 0,05$). Eine Mukosadicke < 2 mm oder ≥ 2 mm beeinflusste weder die Ergebnisse der Test- noch der Kontrollgruppe ($P > 0,05$). Nach der Zementierung der Krone erreichte die berechnete Farbdifferenz ΔE gegenüber der Krone natürlicher Zähne in der Testgruppe $6,3 \pm 2,2$ und in der Kontrollgruppe $4,6 \pm 1,8$ ($P > 0,05$). Ähnlich wie an den nicht restaurier-

ten Abutments beeinflusste die Mukosadicke die Farbveränderungen nicht signifikant ($P > 0,05$) (Tabelle 2). Im Gegensatz zu den ΔE -Werten war die mittlere Helligkeit (mittlere L-Werte) der Mukosa an nicht restaurierten Abutments in der Testgruppe signifikant geringer als die Helligkeit der Gingiva an kontralateralen natürlichen Zähnen ($P < 0,05$). Diese Abnahme hing von der Weichge-

webedicke ab und war bei dünnen Weichgeweben deutlich ausgeprägter (< 2 mm) ($P < 0,05$). Der Vergleich der Farbparameter a (Rot-Grün-Achse) und b (Blau-Gelb-Achse) zwischen den Implantaten und den natürlichen Zähnen der Test- und der Kontrollgruppe ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede ($P > 0,05$) (Tabelle 3).

Tabelle 1 Biologische Ergebnisvariablen (Mittelwert ± SA)

	Kontrollgruppe	Testgruppe	P (Kontroll- vs Testgruppe)	Implantate	Kontrollzähne	P (Implantat vs Zahn)
PD (mm)	3,3 ± 0,8	3,5 ± 0,7	NS	3,4 ± 0,6	2,7 ± 0,5	< 0,0001
BOP (%)	30 ± 48	40 ± 52	NS	35 ± 49	35 ± 49	NS
PCR (%)	30 ± 48	30 ± 48	NS	35 ± 49	45 ± 51	NS
REC (mm)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	NS	0,0 ± 0,0	-0,1 ± 0,3	NS
KM (mm)	2,8 ± 1,0	2,8 ± 1,0	NS	3,0 ± 1,0	3,4 ± 0,8	NS
ThG (mm)	1,8 ± 0,7	1,6 ± 0,4	NS	1,7 ± 0,6	1,4 ± 0,4	0,0387

PD = parodontale Sondierungstiefe, BOP = Blutung beim Sondieren, PCR = Plaque-Kontrollwerte, REC = Rezession, KM = Breite der keratinisierten Gingiva/Mukosa, ThG = Weichgewebebedicke, NS = nicht signifikant, SA = Standardabweichung.

Tabelle 2 Ästhetische Ergebnisvariablen (Mittelwert ± SA)

	Kontrollgruppe	n	Testgruppe	n	P (Kontroll- vs Testgruppe)
ΔE Abutment vs natürlicher Zahn (insgesamt)	5,2 ± 2,9	10	6,4 ± 3,9	10	NS
ΔE Mukosadicke < 2 mm	3,7 ± 1,5	5	5,6 ± 3,3	8	NS
ΔE Mukosadicke > 2 mm	7,2 ± 3,2	5	9,3 ± 6,2	2	NS
ΔE Krone vs natürlicher Zahn (insgesamt)	4,6 ± 1,8	10	6,3 ± 2,2	10	NS
ΔE Mukosadicke < 2 mm	4,2 ± 1,6	5	6,2 ± 1,9	8	NS
ΔE Mukosadicke > 2 mm	4,9 ± 2,1	5	6,5 ± 4,6	2	NS

ΔE = Farbunterschied, NS = nicht signifikant, SA = Standardabweichung.

Tabelle 3 Ästhetische Ergebnisvariablen L, a und b

Gruppe	Mukosadicke (mm)	Mit Abutment (Mittelwert ± SA)			Natürlicher Zahn (Mittelwert ± SA)			P		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
Test	Insgesamt	46,2 ± 7,0	24,0 ± 5,6	15,7 ± 3,2	50,0 ± 6,6	25,5 ± 7,5	17,3 ± 4,4	< 0,05*	> 0,05	> 0,05
	< 2	48,7 ± 3,3	22,0 ± 4,0	14,9 ± 2,4	52,6 ± 2,3	22,5 ± 3,8	15,8 ± 3,3	< 0,05*	> 0,05	> 0,05
	≥ 2	36,4 ± 11,2	32,2 ± 0,5	18,7 ± 5,5	39,5 ± 8,8	37,2 ± 7,6	23,6 ± 0,6	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Kontrolle	Insgesamt	49,6 ± 5,0	26,9 ± 3,6	16,7 ± 1,8	49,5 ± 5,8	25,4 ± 5,0	16,7 ± 2,0	> 0,05	> 0,05	> 0,05
	< 2	47,6 ± 6,2	26,8 ± 4,5	15,7 ± 1,9	45,9 ± 5,6	26,7 ± 5,4	16,1 ± 1,6	> 0,05	> 0,05	> 0,05
	≥ 2	52,2 ± 1,4	26,9 ± 3,0	17,9 ± 0,2	53,2 ± 3,3	24,1 ± 4,8	17,3 ± 2,4	> 0,05	> 0,05	> 0,05

L = Helligkeit der Mukosa, a = Wert auf der Rot-Grün-Achse, b = Wert auf der Blau-Gelb-Achse. SA = Standardabweichung.
* Statistisch signifikant.

Papillen-Index

Der Papillen-Index²⁵ ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen der Test- und der Kontrollgruppe ($P > 0,05$), während die Unterschiede zwischen den Implantaten ($1,9 \pm 0,8$) und den natürlichen Kontrollzähnen ($2,4 \pm 0,7$) statistisch signifikant waren ($P < 0,0001$). Ähnliche Beobachtungen wurden bezüglich der Papillenhöhe gemacht, die sich zwischen der Test- und der Kontrollgruppe nicht unterschied ($P > 0,05$). Die Papillen waren an den natürlichen Zähnen höher ($3,2 \pm 1,3$ mm) als an den Implantaten ($2,9 \pm 1,3$ mm); dieser Unterschied war statistisch signifikant ($P < 0,0001$).

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, welche Auswirkungen die Farbe des submukosalen Anteils von Zirkonoxidabutments auf Farbveränderungen der periimplantären Mukosa hat. Dabei wurde ermittelt, dass sowohl die Test- (rosafarbene Verblendung) als auch die Kontroll-Zirkonoxidabutments (weiß) zu sichtbaren Farbveränderungen der periimplantären Mukosa im Vergleich zur Gingiva an natürlichen Zähnen führten. Die Verfärbung war bei den rosafarbenen verblendeten Abutments ausgeprägter als an den weißen Kontrollabutments. Außerdem reduzierten die Testabutments die Helligkeit (mittlerer L-Wert) der Mukosa, insbesondere in Bereichen mit einer Mukosadicke < 2 mm. Gemäß der wissenschaftlichen Literatur beeinflussen vor allem zwei Parameter die Farbe der periimplantären Gewebe: die Weichgewebedicke und das Abutmentmaterial^{4,8}. Da die Weichgewebedicke vom Biotyp der Mukosa abhängt²⁶, ist sie zu Beginn der prothetischen Phase bekannt. Zu diesem Zeitpunkt liefert das Abutment als

Teil der finalen Rekonstruktion weitere Möglichkeiten zur Optimierung des ästhetischen Ergebnisses¹³. Bislang wurden meist Metallabutments verwendet, die jedoch eine Grauverfärbung der periimplantären Mukosa herbeiführen können^{8,27}. Seit einiger Zeit sind verschiedene keramische Implantatabutments erhältlich, von denen solche aus Zirkonoxid am vielversprechendsten sind. Obwohl Zirkonoxidabutments die Mukosa weniger stark verfärben als Metallabutments, wurden an Implantaten im Front- und Seitenzahnbereich immer noch klinisch sichtbare Farbveränderungen beobachtet^{7,8}. Diese Beobachtung wurde in der vorliegenden Studie bestätigt, wobei die mittleren ΔE -Werte der Kontrollgruppe über der klinischen Sichtbarkeitschwelle von 3,7 liegen²⁸. Um eine Verfärbung der periimplantären Gewebe zu vermeiden, wurde in mehreren Studien versucht, die optimale Farbe für den transmukosalen Anteil der Implantatrestauration zu ermitteln^{27,29,30}. Dafür wurden in einer klinischen Studie die optischen Effekte von Farbstreifen untersucht, die in der periimplantären Mukosa platziert wurden. Hellrosa, Rosa, helles Orange und Orange erwiesen sich hierbei ästhetisch günstiger als Weiß^{18,27}. Daher dürfte eine Farbveränderung der weißen Zirkonoxidabutments zu günstigeren ästhetischen Ergebnissen führen³¹. Davon ausgehend wurden in der vorliegenden Studie weiße Zirkonoxidplatten mit unterschiedlichen rosafarbenen Verblendkeramiken verkleidet. Anschließend wurden sie mit einem Spektrophotometer zur Abstimmung der Farbe auf die Gingiva natürlicher Zähne untersucht (unveröffentlichte Daten, 2014) und das farblich am besten passende Keramikmaterial für die Verblendung des submukosalen Anteils der weißen Zirkonoxidabutments ausgewählt. Die modifizierten Zirkonoxidabutments verursachten jedoch

eine noch stärkere Verfärbung der periimplantären Mukosa als die weißen Abutments und waren somit ästhetisch nicht günstiger. Es gibt zwei mögliche Gründe dafür, warum die Verfärbung der Mukosa in der Test- und in der Kontrollgruppe über der klinischen Wahrnehmungsschwelle lag: (1) die Helligkeit und Transluzenz der ausgewählten Keramik und (2) die Mukosadicke. Zunächst wurde eine stark transluzente rosafarbene Verblendkeramik ausgewählt. Vermutlich wurde die Farbreflexion des Abutments durch die hohe Transluzenz auf einem eher niedrigen Niveau gehalten, sodass die Helligkeit zunahm und es zur Grauverfärbung der Mukosa kam. Diese Beobachtung wird von den mittleren L-Werten, die in der Testgruppe mit dünner Mukosa statistisch signifikant niedriger lagen, und einer vor Kurzem veröffentlichten Fallserie unterstützt³¹. In dieser Fallserie lagen die Farbunterschiede der Weichgewebe von Implantaten und natürlichen Zähnen bei fast der Hälfte der Patienten unter der Wahrnehmungsschwelle (3,7). Daraus wurde gefolgert, dass die Helligkeit, die aufgrund der Fluoreszenz der Keramik entsteht, besser zur natürlichen Gingiva passt. Offenbar hängt also die Farbe der periimplantären Gewebe von verschiedenen Parametern, wie der Transluzenz und Helligkeit des Restaurationsmaterials, ab. Zudem ist bekannt, dass sich die bukkale Weichgewebedicke an Zähnen und Implantaten unterscheidet^{8,32,33}. Es ist allgemein akzeptiert, dass die Farbe der periimplantären Mukosa zum Teil von der bukkalen Weichgewebedicke abhängig ist. Tatsächlich wirkte sich die Mukosadicke statistisch nicht signifikant auf das ästhetische Ergebnis aus. Dies stimmt mit den Ergebnissen einer Multicenter-Studie an ähnlich vielen Patienten überein²⁰, in der kein statistischer Zusammenhang zwischen der Weichgewebedicke und dem Ausmaß der Verfärbung

festgestellt werden konnte¹⁷. In der besagten Studie wurde der Einfluss von Gold-, Titan- und Zirkonoxidabutments mit einem Spektrophotometer ausgewertet und die Mukosadicke auf Höhe der Implantatschulter bestimmt¹⁷. Dieser Messpunkt liegt geringfügig unter dem in dieser Studie gewählten Messpunkt (1 mm unter dem Mukosasaum). Vermutlich beruht diese mangelnde Korrelation auch auf einer ungleichmäßigen Verteilung der Patienten und untersuchten Zähne/Implantate mit dicker (> 2 mm) und dünner (< 2 mm) Mukosa in der Test- und der Kontrollgruppe. In der Testgruppe wurde an sieben Implantaten, in der Kontrollgruppe an 13 Implantaten eine Weichgewebedicke über 2 mm gemessen. Aufgrund dieser Ungleichheit lässt sich ein Beitrag der Weichgewebedicke nicht ausschließen.

Schlussfolgerung

Die Verblendung des submukosalen Anteils von weißen Zirkonoxidabutments mit rosafarbenen Keramiken beeinflusste das ästhetische Ergebnis in der vorliegenden Studie nicht signifikant. Um die Verfärbung der periimplantären Weichgewebe unabhängig von ihrer Dicke auf ein Minimum zu reduzieren, sollten auch weiterhin die L-Werte modifizierter Zirkonoxidabutments erhöht werden.

Danksagungen und Interessenerklärung

Diese Studie wurde von der Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich in Zürich, Schweiz, unterstützt. Alle Abutments wurden freundlicherweise von Astra-Tech Dental, Göteborg, Schweden, zur Verfügung gestellt.

Literatur

1. Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007; 18(suppl 3):97–113.
2. Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Bragger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:625–642.
3. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of five years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(suppl 6):2–21.
4. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19:119–130.
5. Andersson B. Implants for single-tooth replacement. A clinical and experimental study on the Branemark CeraOne system. *Swed Dent J Suppl* 1995;108:1–41.
6. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hammerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20(suppl 4):4–31.
7. Zembic A, Sailer I, Jung RE, Hammerle CH. Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:802–808.
8. Jung RE, Holderegger C, Sailer I, Khraisat A, Suter A, Hammerle CH. The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: A randomized controlled clinical trial. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:357–365.
9. Park SE, Da Silva JD, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Optical phenomenon of peri-implant soft tissue. Part I. Spectrophotometric assessment of natural tooth gingiva and peri-implant mucosa. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:569–574.
10. Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: A prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:631–637.
11. van Brakel R, Noordmans HJ, Frenken J, de Roode R, de Wit GC, Cune MS. The effect of zirconia and titanium implant abutments on light reflection of the supporting soft tissues. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1172–1178.
12. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: An in vivo human study. *J Periodontol* 2004;75:292–296.
13. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hammerle CH, Mattioli A. Single-tooth implant reconstructions: Esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent* 2007;2:296–310.
14. Hashimoto M, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Single-crystal sapphire endosseous dental implant loaded with functional stress: Clinical and histological evaluation of peri-implant tissues. *J Oral Rehabil* 1988;15:65–76.
15. Abrahamsson I, Berglundh T, Glantz PO, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1998;25: 721–727.
16. Kohal RJ, Weng D, Bachle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: An animal experiment. *J Periodontol* 2004;75:1262–1268.
17. Kohal RJ, Klaus G. A zirconia implant-crown system: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24: 147–153.
18. Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. *J Prosthet Dent* 1992;68:322–326.
19. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20: 1–25.

20. Leutert CR, Stawarczyk B, Truninger TC, Hammerle CH, Sailer I. Bending moments and types of failure of zirconia and titanium abutments with internal implant-abutment connections: A laboratory study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27:505–512.
21. Kim JW, Covell NS, Guess PC, Rekow ED, Zhang Y. Concerns of hydrothermal degradation in CAD/CAM zirconia. *J Dent Res* 2010;89:91–95.
22. Jung RE, Sailer I, Hammerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27:251–257.
23. Albrektsson T, Jansson T, Lekholm U. Osseointegrated dental implants. *Dent Clin North Am* 1986;30:151–174.
24. Jung RE, Siegenthaler DW, Hammerle CH. Postextraction tissue management: A soft tissue punch technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24: 545–553.
25. Jemt T. Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17: 326–333.
26. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. *J Clin Periodontol* 1993;20: 570–577.
27. Benic GI, Wolleb K, Sancho-Puchades M, Hammerle CH. Systematic review of parameters and methods for the professional assessment of aesthetics in dental implant research. *J Clin Periodontol* 2012; 39(suppl 12):160–192.
28. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68: 819–822.
29. Ishikawa-Nagai S, Da Silva JD, Weber HP, Park SE. Optical phenomenon of peri-implant soft tissue. Part II. Preferred implant neck color to improve soft tissue esthetics. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18:575–580.
30. Happe A, Schulte-Mattler V, Fickl S, Naumann M, Zoller JE, Rothamel D. Spectrophotometric assessment of peri-implant mucosa after restoration with zirconia abutments veneered with fluorescent ceramic: A controlled, retrospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24(suppl A100):28–33.
31. Nakamura K, Kanno T, Milleding P, Ortengren U. Zirconia as a dental implant abutment material: A systematic review. *Int J Prosthodont* 2010;23:299–309.
32. Chang M, Wennstrom JL, Odman P, Andersson B. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:185–194.
33. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezumi K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: An evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003;74:557–562.