

Radiologische Darstellung von Zementen, die häufig in der dentalen Implantologie verwendet werden



Gregory A. Pette, DMD, MS¹
 Jeffrey Ganeles, DMD²
 Frederic J. Norkin, DMD²

Zementierte Restaurationen ermöglichen die Verwendung konventioneller Teilrestaurationen auf dentalen Implantaten. Bleibt jedoch beim Befestigen überschüssiger Zement zurück, kann eine schwere Komplikation auftreten, die zementinduzierte Periimplantitis. Röntgendichte Zemente lassen sich im Röntgen leichter darstellen, sodass Zementüberschüsse bereits beim Einsetzen der Restauration auffallen. In der vorliegenden Studie wurde die Strahlendurchlässigkeit handelsüblicher dentaler Zemente *in vitro* untersucht. Dazu wurden 18 Zemente geprüft, die häufig für die Befestigung von Restaurationen auf Implantaten verwendet werden. Der Zement wurde mit einer Dicke von 0,5 mm und 1,0 mm aufgebracht. Folgende Zemente wurden verwendet: Zinkoxid-Eugenol, Zinkoxid, Zinkpolycarboxylat, Zinkphosphat, kunststoffverstärkter Glasionomerzement, Akryl-Urethan, Zement auf Kompositbasis und Komposit. Dazu wurden von zwei Proben jeder Zementdicke standardisierte Röntgenaufnahmen angefertigt, wobei ein Aluminiumstufenkeil als Referenz diente. Der mittlere Wert jeder der neun Schritte des Stufenkeils auf der Grauskala wurde als Referenz herangezogen und mit den Zementproben verglichen. Temp Bond Clear (kompositbasiert), IMProv (Akryl-Urethan), Premier Implant Cement (Kunststoff) und Temrex NE (Kunststoff) waren bei keiner Dicke radiologisch nachweisbar. Am besten ließen sich zinkhaltige Zemente darstellen. Die häufig verwendeten Zemente unterscheiden sich deutlich in ihrer Strahlendurchlässigkeit. Ein Misserfolg von Implantaten aufgrund einer zementbedingten Periimplantitis dürfte sich durch radiologisch darstellbare Zemente reduzieren lassen. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:59–66.)

¹ Außerplanmäßiger Assistenzprofessor, Department of Periodontology, Nova Southeastern University College of Dental Medicine, Fort Lauderdale, Florida, USA; Privatpraxis, Fort Myers, Florida, USA.

² Klinischer Assistenzprofessor, Department of Periodontology, Nova Southeastern University College of Dental Medicine, Fort Lauderdale, Florida, USA; Privatpraxis, Boca Raton, Florida, USA.

Korrespondenz an: Dr. Gregory A. Pette, Department of Periodontology, Nova Southeastern University College of Dental Medicine, 3200 South University Drive, Fort Lauderdale, FL 33328, USA. Fax: +1 954-262-2494. E-Mail: greg.pette@gmail.com

©2013 Quintessenz Verlags-GmbH

Dentale Implantate sind eine erfolgreiche Behandlungsoption zum Ersatz fehlender oder nicht erhaltungswürdiger Zähne. Die Restaurationen können auf die Implantate verschraubt oder zementiert oder mit einer Kombination von beidem befestigt werden¹. Zementierte Restaurationen ermöglichen ein konventionelles Vorgehen mit Teilrestaurationen. Weil okklusal keine Schraubenzugangslöcher notwendig sind, sehen zementierte Restaurationen oft ästhetischer aus und weisen einen höheren Okklusionskontakt auf². Allerdings kann durch zementierte Restaurationen eine potenziell schwere biologische Komplikation ausgelöst werden, die zementinduzierte Periimplantitis^{3–6}.

Die Wahrscheinlichkeit, dass überschüssiger Zement im periimplantären Sulkus verbleibt, ist insbesondere bei 1,5 bis 3,0 mm subgingival liegenden Restaurationsrändern hoch⁷. Daher wurde vorgeschlagen, eher eine schraubengetragene Restauration zu wählen, wenn die Implantatschulter mindestens 3 mm apikal des Gingivasaums liegt, weil der behandelnde Arzt in diesem Fall den überschüssigen Zement kaum entfernen kann. Studien haben die logische Schlussfolgerung bestätigt, wonach die Zementretention mit der subgingivalen Tiefe des Restaurationsrands zunimmt^{8,9}. Durch ein entsprechendes Design der Abutments lässt sich der Kronenrand nach koronal verla-

gern, sodass ein ausreichender Zugang für das Entfernen von Zement geschaffen wird^{10,11}. Wird die Restauration korrekt angefertigt, scheint eine flache, intrakrevikuläre Lage des Restaurationsrands die Gesundheit und Lage der periimplantären Gewebe nicht zu beeinträchtigen¹².

Subgingival verbliebener Zement kann zu einer Periimplantitis mit Schwellung, Schmerzen, erhöhter Sondierungstiefe, Blutung und/oder Sekretabsonderung beim Sondieren und radiologischen Zeichen eines periimplantären Knochenverlusts führen. Das Gleiche geschieht an natürlichen Zähnen, wenn subgingivaler Zement und überstehende Restaurationsränder die Plaqueansammlung, Entzündung und Ansiedlung gramnegativer Anaerobier im Gingivasulkus begünstigen^{13,14}.

Der erste Bericht über eine Periimplantitis durch in situ verbliebenen Zement stammt von Chee et al.¹⁵ aus dem Jahr 1998. Erste Zeichen einer Entzündung und Periimplantitis treten zwischen vier Monaten und neun Jahren nach dem Zementieren der Restauration auf¹⁶. In einer aktuellen Studie ermittelte Wilson endoskopisch¹⁷, dass bei 81 % der implantatgetragenen Restaurationen, an denen eine Gingivitis und Zeichen von Periimplantitis erkennbar waren, Zement in den Subgingivalräumen verblieben war. Das Beseitigen des Zements führte bei 76 % der Patienten zum Abklingen der klinischen und endoskopischen Befunde der Periimplantitis. Eine weitere Studie ermittelte bei radiologischen Frühzeichen eines krestalen Knochenverlusts intraoperativ approximal liegenden, überschüssigen Zement, der radiologisch nicht erkennbar war⁴.

Um subgingival liegende Materialien radiologisch nachweisen und von den umgebenden anatomischen Strukturen unterscheiden zu können, muss das Material röntgendicht sein und eine andere Strahlendich-

te aufweisen als die umgebenden Strukturen und Materialien¹⁸. Die Strahlendurchlässigkeit ist der entscheidende Faktor beim Nachweis von residuellem Zement¹⁹. Da die Nachweisschwelle eines Zements mit zunehmender Röntgendichte sinkt, sollten möglichst strahlenundurchlässige Adhäsivmaterialien gewählt werden²⁰. Wadhvani et al.²¹ untersuchten die Röntgendichte von acht Zementen mit einer Dicke von 1 mm und 2 mm und stellten fest, dass zinkhaltige Zemente die höchste Röntgendichte aufwiesen. In der vorliegenden Studie wurde die Röntgendichte von 18 häufig in der dentalen Implantologie verwendeten Zementen untersucht. Sie wurden mit einer Dicke von 0,5 mm und 1,0 mm aufgebracht, da dies eher den klinischen Gegebenheiten entspricht.

Material und Methode

Insgesamt wurden 18 Zemente getestet. Sie wurden entweder nach Herstellerangaben mit der Hand angerührt oder in einer selbstmischenden Spritze aufgelöst. Nach ausreichender Anmischzeit wurden die handgemischten Zemente zur Injektion in eine 3-ml-Plastikspritze (Henry Schein) aufgezogen. Von den 18 untersuchten Zementen waren drei aus Zinkoxid-Eugenol (ZOE) (Temp Bond Original, Kerr; Temrex, Temrex; und ZOE Plus-Temrex, Temrex), zwei aus Zinkoxid (ZO) (Temp Bond NE, Kerr; und RelyX Temporary Zinc Oxide Cement, 3M ESPE), drei aus Kunststoff (R) (Temrex NE, Temrex; Premier Implant Cement, Premier Products; und Temp Bond Clear, Kerr), drei aus kunststoffverstärktem Glasionomer (RRGI) (GC Fuji IX, GC; GC Fuji Plus, GC; und RelyX Luting, 3M ESPE), einer aus Zinkpolycarboxylat (ZPC) (Durelon, 3M ESPE [gemäß der Herstellerempfehlungen ist Durelon eher nicht zur Zementierung von Titanauf-

bauten geeignet]), einer aus Zinkphosphat (ZP) (Fleck's Cement, Mizzy), einer aus Eugenol-freiem Acrylurethan (UR) (IMProv, Nobel Biocare) und vier aus Komposit (C) (Multilink Implant MO [röntgendicht], Ivoclar Vivadent; Multilink Implant Transparent, Ivoclar Vivadent; Multilink Automix Opaque, Ivoclar Vivadent; und Multilink Automix Transparent, Ivoclar Vivadent).

Von jedem der 18 Zemente wurden zwei Proben mit einer Dicke von 0,5 mm und 1,0 mm untersucht. Für jede Probe wurde eine neue Distanzplatte aus Nylon (Product Components) mit einem Innendurchmesser von 5,0 mm verwendet. Sie wurde auf eine Anmischplatte aus Glas gelegt und mit dem jeweiligen Zement gefüllt. Anschließend wurde eine zweite Glasplatte auf die Distanzplatte aus Nylon gelegt, um überschüssigen Zement zu entfernen und die Probenform zu schaffen. Die Zemente waren entweder selbsthärtend oder wurden mit einer Leuchtdiode (Flash Lite 1001, Discus Dental) lichtgehärtet. Anschließend wurden die Proben entnommen und auf Löcher untersucht. Wenn diese vorhanden waren, wurde die Probe verworfen und neu angefertigt.

Auf den digitalen Röntgenaufnahmen wurden die Proben neben einem Aluminiumstufenkeil aufgenommen (Margraf Dental MFG), der als Referenz diente (Abb. 1). Er war 38 mm lang, 19 mm breit und enthielt insgesamt neun 1-mm-Schritte. Die Bildaufnahme erfolgte mit einem einzigen computergestützten dentalen Röntgensensor der Größe 2 (Schick Technologies). Für die gesamte Studie wurde dasselbe Röntgengerät (Siemens) verwendet. Die Proben wurden für 16 s in einem Abstand von 130 mm einer Strahlung von 60 kVp und 7 mA ausgesetzt.

Die mittlere Grauskala jeder Probe wurde mit Photoshop (Adobe) analysiert. Jede Probe wurde 10-mal

Abb. 1 Vier Zementscheiben und der Aluminiumstufenkeil auf einem digitalen Röntgensensor.



betrachtet, und dann der Mittelwert gebildet. Insgesamt wurden 36 Proben untersucht (zwei mit einer Dicke von 0,5 mm und zwei mit einer Dicke von 1,0 mm für jeden der 18 Zemente), wobei 72 Bilder entstanden. Auch jede der neun 1-mm-Stufen des Aluminiumstufenkeils wurde auf diese Weise vermessen. Anschließend wurden die Werte der Proben mit denen des Stufenkeils verglichen, um für jede Probe einen Vergleichswert zu ermitteln.

Ergebnisse

Jedem der 18 Zemente wurde nach dem Vergleich mit dem Aluminiumstufenkeil (in 1-mm-Schritten bis zu 9 mm) ein Graustufenwert zugeordnet, der in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben ist. Die Strahlendichtewerte sind in Äquivalenzdicke des Aluminiums auf dem Stufenkeil in Millimetern angegeben. Höhere

Werte entsprechen einer Äquivalenzdicke mit mehr Aluminium und einer höheren Röntgendichte. Abbildung 2 zeigt das Röntgenbild des Aluminiumstufenkeils mit je zwei Zementproben (Multilink Implant Transparent) mit einer Dicke von 0,5 mm und 1,0 mm.

Insgesamt ließen sich bei einer Dicke von 0,5 mm fünf Zemente radiologisch nicht nachweisen (Temp Bond Clear, RelyX Luting, Temrex NE, Premier Implant Cement und IMProv) und bei einer Dicke von 1,0 mm vier Zemente (Temp Bond Clear, Temrex NE, Premier Implant Cement und IMProv).

Diskussion

Es ist allgemein bekannt, dass Zementüberschüsse subgingivale Entzündungen verursachen und zur Periimplantitis oder periimplantären Mukositis führen können. Implantate sind besonders empfindlich gegen-

über subgingivalen Reizstoffen wie Zement, da sie im Gegensatz zu natürlichen Zähnen kein rechtwinklig einwachsendes faseriges Attachment aufweisen^{22,23}. Stattdessen besitzen Implantate gingivale Bindegewebsfasern, die fest mit ihrer Titanoberfläche verbunden sind und nahezu parallel zum Implantat verlaufen. Diese Mikroanatomie der periimplantären suprakrestalen Weichgewebe stellt keine mechanische Barriere dar und kann somit das Eindringen von überschüssigem Zement in den periimplantären Sulkus nicht verhindern. In histologischen Studien wurde belegt, dass Parodontalsonden meist tiefer in die periimplantären Gewebe eindringen können als in die Gewebe an dem entsprechenden kontralateralen Zahn²⁴⁻²⁶. Somit liegt die Vermutung nahe, dass Implantate empfindlicher auf Zementüberschüsse reagieren, die in das periimplantäre Gewebe eindringen, als natürliche Zähne in einer vergleichbaren Situation.

Tabelle 1 Röntgendichte von 0,5 mm dicken Zementscheiben, angegeben als Millimeteräquivalente eines standardisierten Aluminiumstufenkeils*

	Äquivalenzdicke (mm) [†]	Typ
Fleck's	4,60	ZP
Durelon	4,44	ZPC
Temp Bond NE	3,64	ZO
Temrex	3,60	ZOE
Temp Bond Original	3,47	ZOE
GC Fuji Plus	2,63	RRGI
GC Fuji IX	2,59	RRGI
Multilink Automix Transparent	2,58	C
Multilink Automix Opaque	2,55	C
Multilink Implant Opaque	2,52	C
Multilink Implant Transparent	2,51	C
ZOE Plus-Temrex	2,47	ZOE
RelyX Temporary Zinc Oxide Cement	2,42	ZO
Temp Bond Clear	ND	R
RelyX Luting	ND	RRGI
Temrex NE	ND	R
Premier Implant Cement	ND	R
IMProv	ND	UR

ZP = Zinkphosphat, ZPC = Zinkpolycarboxylat, ZO = Zinkoxid, ZOE = Zinkoxid-Eugenol, RRGI = kunststoffverstärktes Glasionomer, C = Komposit, R = Kunststoffbasis, UR = Eugenol-freies Akryl-Urethan, ND = nicht nachweisbar.

*Angabe der Daten absteigend vom Zement mit der höchsten Röntgendichte.

[†]Bereich: 1 bis 9 mm.

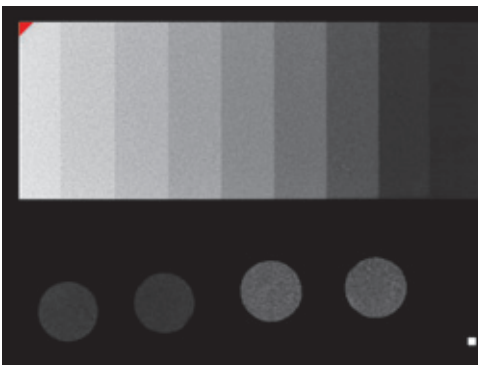


Abb. 2 Digitale Röntgenaufnahme der Zementscheiben und des Aluminiumstufenkeils.

Einer der letzten Arbeitsschritte beim Einsetzen subgingival zementierter Restaurationen auf ein Implantat ist die Entfernung von überschüssigem Zement, was anschließend klinisch und radiologisch überprüft wird. Obwohl die Röntgenaufnahmen oft nur die approximalen Oberflächen darstellen, liefern sie doch wichtige Orientierungswerte bei der abschließenden Beurteilung dazu, ob die Restauration korrekt sitzt und über-

Tabelle 2 Röntgendichte von 1,0 mm dicken Zementscheiben, angegeben als Millimeteräquivalente eines standardisierten Aluminiumstufenkeils*

	Äquivalentdicke (mm) [†]	Typ
Temp Bond Original	7,30	ZOE
Temp Bond NE	6,81	ZO
Durelon	5,84	ZPC
Temrex	5,77	ZOE
RelyX Temporary Zinc Oxide Cement	5,44	ZO
Fleck's	5,24	ZP
Multilink Automix Transparent	4,45	C
Multilink Implant Transparent	4,44	C
ZOE Plus-Temrex	4,43	ZOE
Multilink Automix Opaque	4,42	C
Multilink Implant Opaque	4,36	C
GC Fuji Plus	3,68	RRGI
GC Fuji IX	3,57	RRGI
RelyX Luting	2,63	RRGI
Temp Bond Clear	ND	R
Temrex NE	ND	R
Premier Implant Cement	ND	R
IMProv	ND	UR

ZOE = Zinkoxid-Eugenol; ZO = Zinkoxid; ZPC = Zinkpolycarboxylat; ZP = Zinkphosphat; C = Komposit; RRGI = kunststoffverstärktes Glasionomer; R = Kunststoffbasis; UR = Eugenol-freies Akryl-Urethan; ND = nicht nachweisbar.

*Angabe der Daten absteigend vom Zement mit der höchsten Röntgendichte.

[†]Bereich: 1 bis 9 mm.

schüssiger Zement gründlich entfernt wurde. Um den radiologischen Nachweis zu vereinfachen, sollte ein Zement idealerweise röntgendicht sein.

Die Ergebnisse dieser Studie sowie der Untersuchung von Wadhvani et al.²¹ zeigen deutlich, dass viele handelsübliche dentale Zemente im Röntgen nicht nachweisbar sind. Abbildung 3 zeigt ein klinisches Beispiel für eine zementinduzierte Periimplantitis mit Sondierungstiefen

von 6 mm sowie schwerer Blutung und Entzündung. Die entsprechende Bissflügelaufnahme (Abb. 4) liefert keine Hinweise auf überschüssigen Zement oder eine spezifische Ätiologie der Entzündung. Nach dem Entfernen der Krone und des Abutments sind am subgingivalen Anteil des Abutments große Mengen von überschüssigem Zement jenseits der Präparationsgrenze zu erkennen (Abb. 5). Es ist nicht bekannt, ob nach

dem Einsetzen der Restauration eine Kontrollaufnahme angefertigt wurde. Ein solches Bild hätte aber den überschüssigen Zement ohnehin nicht angezeigt, da er nicht röntgendicht ist.

Agar et al.⁶ untersuchten in vitro, wie gut sich verschiedene Zemente von implantatgetragenen Restaurationen entfernen lassen. An einem künstlichen Modell wurde getestet, wie leicht sich Glasionomer-, Kunststoff- und Zinkphosphatzement mit

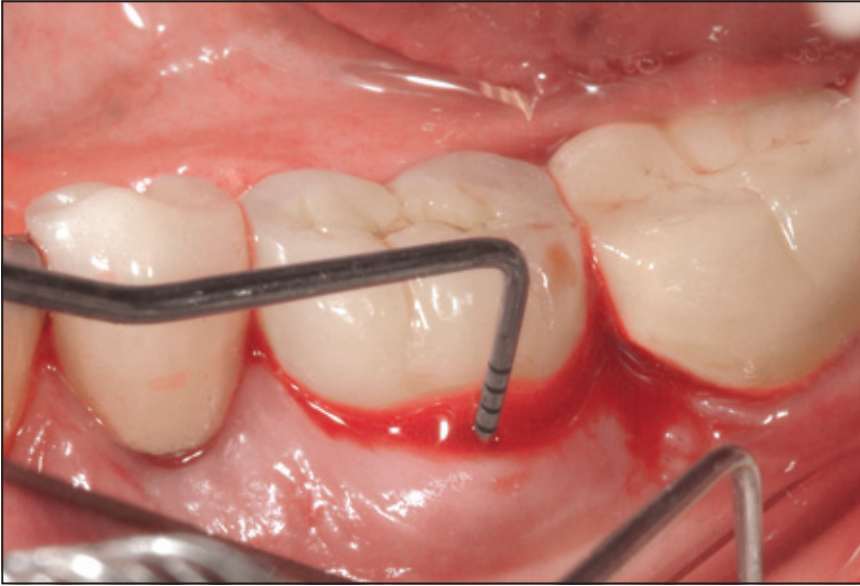


Abb. 3 Klinisches Bild eines Implantats mit deutlicher Entzündung und Infektion bei einer Taschentiefe von 6 mm.

verschiedenen Handinstrumenten (goldbeschichteter Scaler, Plastik-Scaler, Stahlsonde) entfernen ließen. Keines der Instrumente war den anderen bei der Entfernung des subgingival gelegenen Zements überlegen oder zerkratzte das Abutment weniger. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Zinkphosphatzement am leichtesten vom Abutment zu entfernen war und Kunststoff am schwierigsten. Aus anderen Studien zur Evaluation der Effekte von Scalern auf Oberflächen stammt der Hinweis, dass Scaler aus Metall die Abutments stärker verkratzen als Scaler aus Kunststoff²⁷. Dies ist für die Zemententfernung jedoch eher unwichtig, da die Elimination des überschüssigen Zements Vorrang hat vor einer etwaigen Oberflächenschädigung, die auch durch eine begrenzte Instrumentierung entstehen kann.

Es gibt mehrere neue Methoden, die zur Entfernung von überschüssigem Zement von Implantatrestaurationen vorgeschlagen wurden. Dazu gehören das Setzen der Restauration

auf ein Standard- oder maßgefertigtes Analog aus Polyvinylsiloxan²⁸, um vor der intraoralen Platzierung überschüssigen Zement zu entfernen. Wurde nur die Hälfte der Innenfläche einer implantatgetragenen Restauration mit Zement beschichtet, wurde festgestellt, dass sie die dieselbe Retention hat, als ob sie vollständig mit Zement bedeckt worden wäre. Gleichzeitig reduzierte sich aber die Wahrscheinlichkeit eines Austritts von überschüssigem Zement in die periimplantären Gewebe²⁹.

Die vorliegende Studie kommt zu ähnlichen Ergebnissen wie die von Wadhvani et al.²¹, allerdings bei einer größeren Anzahl von geprüften Zementen. Die Zemente mit der größten Röntgendichte enthielten Zink (Fleck's, Durelon, Temp Bond NE, Temrex und Temp Bond Original) oder bestanden aus kunststoffverstärkten Glasionomeren (GC Fuji Plus und GC Fuji IX) oder Komposit (Multilink Automix Transparent, Multilink Automix Opaque, Multilink Implant Opaque und Multilink Implant

Transparent). Die Zemente aus Kunststoff (Temp Bond Clear, Temrex NE, Premier Implant Cement und IMProv) waren nicht röntgendicht.

Sowohl die Studie von Wadhvani et al.²¹ als auch die vorliegende Studie betrachteten in vitro Zementscheiben mit einer Dicke von 0,5 bis 2,0 mm und ermittelten dickenabhängige Unterschiede in der Strahlendurchlässigkeit bei diesen relativ dicken Testscheiben. So war RelyX Luting bei einer Dicke von 1,0 mm nachweisbar, nicht aber bei einer Dicke von 0,5 mm. Die hier geprüften Scheiben waren gut handhabbar und leicht zu messen. In vivo ist der Zement auf Restaurationen, Abutments und Implantatoberflächen jedoch oft weitaus dünner. Gapski et al.⁵, Wilson¹⁷, Callan und Cobb¹⁶ sowie andere gehen davon aus, dass schon kleinste Mengen von überschüssigem Zement eine Entzündung und Periimplantitis auslösen. Diese Mengen sind weitaus geringer und dünner als die hier verwendeten Testscheiben. Eine mögliche Fort-

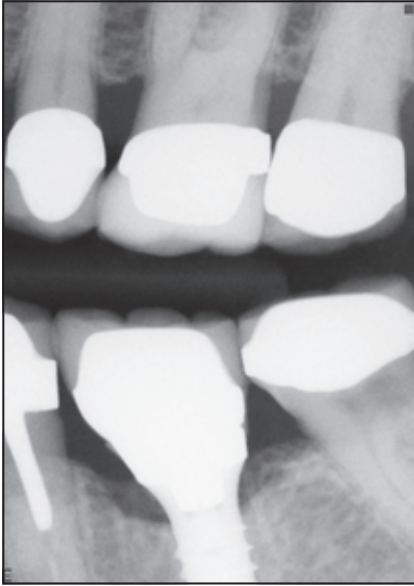
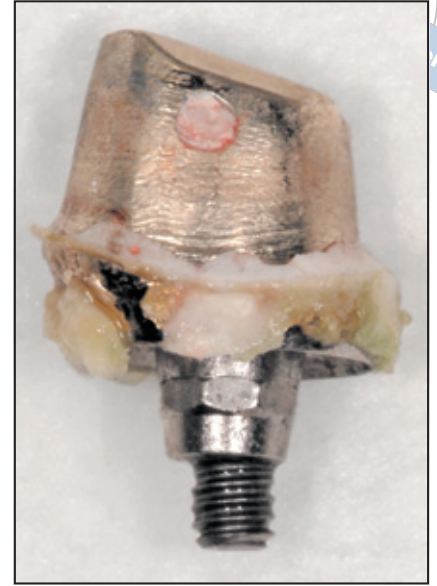


Abb. 4 (links) Vertikale Bissflügelaufnahme der implantatgetragenen Krone mit leichtem krestalem Knochenverlust und geringen Hinweisen auf residuellen Zement.

Abb. 5 (rechts) Das individuelle Abutment nach dem Entfernen vom Implantat mit reichlich überschüssigem subgingivalem Zement, der sich radiologisch nicht darstellte.



setzung dieser Studie ist die Untersuchung der Strahlendurchlässigkeit von Zementen unter stärker klinisch orientierten Gesichtspunkten, also bei einer Dicke, die fünf- bis zehnmal kleiner ist als 0,5 mm. Vermutlich sind einige Zemente, die bei einer Dicke von 0,5 mm mittelgut röntgendicht sind, bei klinisch relevanten Dickenverhältnissen nicht mehr radiologisch darstellbar. Auch müsste geklärt werden, ob sich die nachteilige Wirkung der einzelnen Zemente auf die periimplantären Gewebe jeweils unterscheidet.

Da bislang nur Einzelfallberichte über die erfolgreiche Behandlung einer Periimplantitis existieren, ist die Prävention der zementinduzierten Periimplantitis der vermutlich wichtigste und wertvollste Ansatz, um diese immer häufigere Komplikation der dentalen Implantologie zu umgehen³⁰⁻³³. Dafür ist es wichtig, dass der Arzt den Zement mithilfe röntgendichter Präparate nachweisen und entfernen kann.

Schlussfolgerungen

In dieser Studie wurde die Strahlendurchlässigkeit von 18 häufig in der dentalen Implantologie verwendeten Adhäsivmaterialien untersucht. Es ergaben sich sehr unterschiedliche Röntgendichten der im Vergleich zu einem Aluminiumstufenkeil getesteten Präparate. Mehrere der untersuchten Zemente waren nicht röntgendicht. Die Verwendung röntgendichter Adhäsivmaterialien ist wichtig, um überschüssigen Zement im periimplantären Bereich nachweisen und entfernen zu können und so die Inzidenz der zementinduzierten Periimplantitis zu reduzieren.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Michalakis KX, Hirayama H, Garefis PD. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: A critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18: 719-728.
2. Bernal G, Okamura M, Muñoz CA. The effects of abutment taper, length and cement type on resistance to dislodgement of cement-retained, implant-supported restorations *J Prosthodont* 2003; 12:111-115.
3. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1999; 81:537-552.
4. Pauletto N, Lahiffe BJ, Walton JN. Complications associated with excess cement around crowns on osseointegrated implants: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:865-868.
5. Gapski R, Neugeboren N, Pomeranz AZ, Reissner MW. Endosseous implant failure influenced by crown cementation: A clinical case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:943-946.

- 
6. Agar JR, Cameron SM, Hughbanks JC, Parker MH. Cement removal from restorations luted to titanium abutments with simulated subgingival margins. *J Prosthet Dent* 1997;78:43–47.
7. Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, Peciuliene V. The influence of margin location on the amount of undetected cement excess after delivery of cement-retained implant restorations. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1379–1384.
8. Taylor TD, Belser U, Mericske-Stern R. Prosthodontic considerations. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(suppl):101–107.
9. Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, Linkeviciene L, Maslova N, Puriene A. The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement. A prospective clinical study [epub ahead of print 8 Apr 2012]. *Clin Oral Implants Res* doi:10.1111/j/1600-0501.2012.02453.x.
10. Dumbrigue HB, Abanomi AA, Cheng LL. Techniques to minimize excess luting agent in cement-retained implant restorations. *J Prosthet Dent* 2002;87:112–114.
11. Wadhvani CPK, Piñeyro A, Akimoto K. An introduction to the implant crown with an esthetic adhesive margin (ICEAM). *J Esthet Restor Dent* 2012;24:246–254.
12. Giannopoulou C, Bernard JP, Buser D, Carrel A, Belser UC. Effect of intracrevicular restoration margins on peri-implant health: Clinical, biochemical, and microbiologic findings around esthetic implants up to 9 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;8:173–181.
13. Waerhaug J. The effects of rough surfaces upon gingival tissue. *J Dent Res* 1956;35:323–325.
14. Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K. Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodontol* 1983;10:563–578.
15. Chee WWL, Torbati A, Albozy JP. Retrieval cemented implant restorations. *J Prosthodont* 1998;7:120–125.
16. Callan DP, Cobb CM. Excess cement and peri-implant disease. *J Implant Adv Clin Dent* 2009;1:61–68.
17. Wilson T. The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: A prospective clinical endoscopic study. *J Periodontol* 2009;80:1388–1392.
18. Gu S, Rasimick BJ, Deutsch AS, Musikant BL. Radiopacity of dental materials using a digital X-ray system. *Dent Mater* 2006;22:765–770.
19. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent* 2003;89:127–134.
20. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998;80:280–301.
21. Wadhvani C, Hess T, Faber T, Piñeyro A, Chen CSK. A descriptive study of the radiographic density of implant restorative cements. *J Prosthet Dent* 2010;103:295–302.
22. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higgenbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:186–198.
23. Listgarten MA, Buser D, Steinemann SG, Donath K, Lang NP, Weber HP. Light and transmission electron microscopy of the intact interfaces between non-submerged titanium-coated epoxy resin implants and bone or gingiva. *J Dent Res* 1992;71:364–371 [erratum 1992;71:1267].
24. Schou S, Holmstrup P, Stoltze K, Hjørrting-Hansen E, Fiehn NE, Skovgaard LT. Probing around implants and teeth with healthy or inflamed peri-implant mucosal gingiva. A histologic comparison in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Clin Oral Implants Res* 2002;13:113–126.
25. Mombelli A, Mühle T, Brägger U, Lang NP, Bürgin WB. Comparison of periodontal and peri-implant probing by depth-force pattern analysis. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:448–454.
26. Ericsson I, Lindhe J. Probing depth at implants and teeth. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 1993;20:623–627.
27. Dmytryk JJ, Fox SC, Moriarty JD. The effects of scaling titanium implant surfaces with metal and plastic instruments on cell attachment. *J Periodontol* 1990;61:491–496.
28. Wadhvani C, Piñeyro A. Technique for controlling the cement for an implant crown. *J Prosthet Dent* 2009;102:57–58.
29. Mansour A, Ercoli C, Graser G, Tallents R, Moss M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:343–348.
30. Wolfart M, Wolfart S, Kern M. Retention forces and seating discrepancies of implant-retained castings after cementation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:519–525.
31. Froum SJ, Froum SH, Rosen PS. Successful management of peri-implantitis with a regenerative approach: A consecutive series of 51 treated implants with 3- to 7.5-year follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012;32:11–20.
32. Froum S (ed). *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment*. Ames, IA: Blackwell, 2010.
33. Lindhe J, Meyle J. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol* 2008;35(suppl):282–285.