

Klinische Evaluation von 860 Lithiumdisilikat-Restaurationen im Front- und Seitenzahnbereich: Eine retrospektive Studie mit einer Beobachtungszeit von durchschnittlich drei und höchstens sechs Jahren



Giacomo Fabbri, DDS¹ / Fernando Zarone, MD, DDS²
Gianluca Dellificorelli, DDS³ / Giorgio Cannistraro, DDS⁴
Marco De Lorenzi, DDS⁵ / Alberto Mosca, DDS⁶
Roberto Sorrentino, DDS, MSc, PhD⁷

In der hier vorgestellten Studie wurde das klinische Ergebnis von Lithiumdisilikat-Restaurationen auf natürlichen Zähnen und Implantaten beurteilt. Bei 312 Patienten wurden 860 adhäsiv befestigte Lithiumdisilikat-Restaurationen (Kronen auf natürlichen Zähnen und Implantat-Abutments, Veneers und Onlays) eingesetzt. Ausschlusskriterien waren eine unkontrollierte Parodontitis und Gingivitis, während Patienten mit parafunktionellen Habits in die Studie aufgenommen wurden. Veneers mit einer Dicke von bis zu 0,5 mm wurden mit flüssigem Komposit oder lichthärtendem Zement befestigt und Veneers mit einer Dicke von bis zu 0,8 mm mit dual härtenden Kompositen. Onlays mit einer Dicke von bis zu 2 mm wurden mit flüssigem Komposit oder dual härtendem Zement befestigt. Kronen mit einer Dicke von bis zu 1 mm wurden mit selbstadhäsivem oder dual härtendem Kompositement fixiert. Der Beobachtungszeitraum betrug 12 bis 72 Monate (Mittelwert: drei Jahre). Mithilfe der modifizierten Kriterien der California Dental Association (CDA) wurden die mechanischen und ästhetischen Ergebnisse der Restaurationen evaluiert und die Daten mit deskriptiver Statistik ausgewertet. Insgesamt traten 26 mechanische Komplikationen auf: 17 Keramikchippings, fünf Frakturen und vier Retentionsverluste. Die strukturellen Probleme traten vor allem im Seitenzahnbereich auf. Monolithische Restaurationen wiesen die geringste Rate mechanischer Komplikationen auf. Die klinische Zufriedenheit mit den erfolgreichen monolithischen und mehrschichtigen Restaurationen war gemessen an den modifizierten CDA-Kriterien für Farbpassung, Keramikoberfläche und Randintegrität zufriedenstellend. Die kumulativen Überlebensraten der Lithiumdisilikat-Restaurationen betrugen 95,46 bis 100 %, die kumulativen Erfolgsraten 95,39 bis 100 %. Alle Restaurationen wiesen sehr hohe Überlebens- und Erfolgsraten auf. Die Verwendung von festsitzenden Lithiumdisilikat-Restaurationen ist kurz- und mittelfristig effektiv und zuverlässig. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 157–169)

In den letzten Jahrzehnten wurden verschiedene Vollkeramiksysteme entwickelt, um den ästhetischen Ansprüchen der Patienten gerecht zu werden. Vollkeramiken werden in zwei Gruppen unterteilt: silikathaltige (Feldspat- und Glaskeramiken) und polykristalline (Aluminium- und Zirkonoxidkeramiken)¹. Weil sie ätzbar und transluzent sind, ermöglichen silikathaltige Materialien eine optimale Ästhetik, sehen natürlich aus und sind klinisch zuverlässig². Polykristalline Keramiken hingegen besitzen herausragende mechanische Eigenschaften³ und werden meist für Brücken im Front- und Seitenzahnbereich mit vier oder mehr Elementen verwendet. Wegen der geringen Transluzenz der polykristallinen Materialien können sie verfärbte Pfeilerzähne gut maskieren³. In der Literatur finden sich Daten zur Festigkeit, Farbstabilität, Passgenauigkeit und klinischen Ergebnissen von Aluminium- und Zirkonoxid^{4–7}. Bei dreigliedrigen Brücken wurden keine Frakturen des Zirkonoxidgerüsts beschrieben^{8,9}. Bei dreigliedrigen Brücken und Brücken im Seitenzahnbereich

¹ Privatpraxis, Cattolica, Italien.

² Professor und Leiter, Universität „Federico II“ zu Neapel, Neapel, Italien.

³ Privatpraxis, Rom, Italien.

⁴ Privatpraxis, Castagnola delle Lanze, Italien.

⁵ Privatpraxis, Padova, Italien.

⁶ Privatpraxis, Brescia, Italien.

⁷ Assistent für Wissenschaft und Lehre, Universität „Federico II“ zu Neapel, Neapel, Italien.

Korrespondenz an: Dr. Giacomo Fabbri, Cattolica, Italien, Via del Porto 17 Cattolica (Rimini), 47841 Italien. Fax: + 39 0541 833322. E-Mail: fabbrijiacomo@libero.it

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

aus Verblendkeramiken war nach 24 bis 38 Monaten Chipping mit 8 bis 25 % die häufigste Komplikation^{8,9}.

Zur Zuverlässigkeit von Einzelzahnkronen aus Vollkeramik sind klinische Daten nur begrenzt verfügbar¹⁰. Klinische retrospektive Studien bescheinigten Aluminiumoxidkronen im Frontzahnbereich hervorragende und im Seitenzahnbereich gute Ergebnisse^{5,11}. 2006 wurde eine für die Presstechnik geeignete Lithiumdisilikat-Glaskeramik (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent) entwickelt, die verbesserte physikalische Eigenschaften und Transluzenz aufwies. Die Restaurationen können entweder als Gerüst mit einer entsprechenden Glaskeramik-Fluorapatit-Verblendung hergestellt werden oder als vollkeramische Restauration, die mit Maltechniken individualisiert wird. Vor Kurzem wurde eine CAD/CAM-geeignete (Computer-aided Design/Computer-assisted Manufacture) Lithiumdisilikat-Glaskeramik (IPS e.max Cad, Ivoclar Vivadent) vorgestellt, der in ersten Untersuchungen ausgezeichnete biomechanische Eigenschaften bescheinigt wurden⁷. Das Material zeigt eine hohe Festigkeit (> 400 MPa), ist ätzbar, transluzent und bietet eine optimale Ästhetik. Es ist daher vielfältig verwendbar und kann bei verschiedenen Restaurationsformen eingesetzt werden. Es kann weiterhin mit einer minimalinvasiven Präparation eingesetzt werden und sorgt für eine ausgezeichnete Funktion und Ästhetik. Lithiumdisilikat-Glaskeramik ist eine klinische Option für Einzelzahnrestorationen mit Veneers, Inlays, Onlays und Kronen. Im Seitenzahnbereich sind bemalte monolithische Restaurationen möglich^{7,12-15}. Das Material kann auch bei extrem dünner Zahnschicht im Frontzahnbereich angewandt werden, um möglichst viel Hartgewebe zu erhalten und eine präprothetische endodontische Behandlung zu vermeiden. Die Säureätzung und Kompositadhäsion

ermöglichen Restaurationen mit ausgezeichneten klinischen Ergebnissen^{16,17}. IPS e.max weist eine hohe Biegefestigkeit auf und kann daher insbesondere im Frontzahnbereich, wo die Ästhetik besonders wichtig ist, für dreigliedrige Brücken verwendet werden^{15,18}.

Zirkonoxid- und Titangerüste werden in der dentalen Implantologie immer häufiger im CAD/CAM-Verfahren hergestellt, da sie optimale biologische und mechanische Eigenschaften zeigen^{9,20} und eine gute Passung ermöglichen, die derjenigen von konventionellen Suprastrukturen vergleichbar ist^{20,21}. Zirkonoxid und Titan werden allgemein zur Herstellung von individuellen Abutments verwendet²², die mit Lithiumdisilikat-Einzelkronen oder dreigliedrigen Teilrestaurationen versorgt werden. Titangerüste werden meist für alle Totalprothesen mit einer Kunststoff- oder Kompositverblendung benutzt, dabei ist die häufigste Komplikation das Chipping des Verblendmaterials²³. Zirkonoxidgerüste sind eine vielversprechende restaurative Option für implantatgetragene Einzelkronen und Brücken²⁴⁻²⁷. Allerdings wird der klinische Erfolg von Restaurationen auf Zirkonoxidimplantaten durch Ablatzungen der Verblendkeramik eingeschränkt²⁵⁻²⁷.

Die Verwendung von Lithiumdisilikat-Restaurationen auf Zirkonoxid- oder Titanimplantaten ist eine valide Möglichkeit, um mechanische Effektivität und ausgezeichnete Ästhetik zu kombinieren, und verbessert das klinische Langzeitergebnis implantatgetragener Restaurationen. Lithiumdisilikat wird auf Zirkonoxid oder Titan mit Kunststoffzementen adhäsiv befestigt²⁸.

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde das klinische Ergebnis von Lithiumdisilikat-Restaurationen im Front- und Seitenzahnbereich auf natürlichen Zähnen und Implantaten untersucht. Dazu wurden die mecha-

nischen und ästhetischen Eigenschaften der Versorgungen über einen Zeitraum von höchstens sechs Jahren beobachtet.

Material und Methode

Studienpopulation

Zwischen Juni 2006 und Dezember 2010 fertigten sechs Fachärzte für Prothetik 860 Lithiumdisilikat-Restaurationen an, die bei 312 Patienten (143 Männer zwischen 19 und 61 Jahren, 169 Frauen zwischen 19 und 71 Jahren) eingegliedert wurden. Die Patienten wurden konsekutiv in den Praxen der Autoren und der Abteilung für Kronen- und Brückenprothetik der Universität „Federico II“ in Neapel, Italien, in die Studie aufgenommen und unterschiedlich prothetisch versorgt. Die Ethikkommission der Universität genehmigte das Studiendesign. Alle Patienten gaben schriftlich ihre Einwilligung nach Information in die Studienteilnahme.

Für die Pfeilerzähne/Stümpfe galten folgende Einschlusskriterien⁹: gute Mundhygiene, gesundes Parodontium, Vitalität oder endodontische Behandlung mit klinisch stabilem Ergebnis und natürliche Zähne oder Brücken/Kronen als Antagonisten.

Patienten, die diese Einschlusskriterien nicht erfüllten, wurden nicht aufgenommen. Alle Patienten waren systemisch gesund, 34 % waren Raucher (> 5 Zigaretten täglich). Die Gingiva war während der gesamten Studienphase gesund.

Abhängig vom Einzelfall wurden im Front- und Seitenzahnbereich Einzelkronen auf Zähnen oder Implantaten, Veneers und Onlays angefertigt: 480 Kronen (Oberkiefer: 329, Unterkiefer: 151), 318 Veneers (Oberkiefer: 203, Unterkiefer: 115) und 62 Onlays (Oberkiefer: 21, Unterkiefer: 41)

Tabelle 1 Eigenschaften der Studiengruppen

Gruppe		Beobachtungszeitraum (Mon.)	Mittlerer Beobachtungszeitraum (Mon.)	Kumulative Überlebensrate (%)	Kumulative Erfolgsrate (%)
Frontzahnkronen	Mehrschichtig (n = 209)	24–72	37,3	98,57	97,61
	Monolithisch (n = 22)			95,46	95,46
Seitenzahnkronen	Mehrschichtig (n = 65)	12–61	33,4	96,92	95,39
	Monolithisch (n = 132)			96,21	96,21
Implantatgetragene Kronen	Mehrschichtig (n = 7)	12–61	28,3	100	100
	Monolithisch (n = 45)			97,78	97,78
Frontzahn-Veneers	Mehrschichtig (n = 239)	12–72	42,1	97,91	96,24
	Monolithisch (n = 40)			100	100
Seitenzahn-Veneers	Mehrschichtig (n = 26)	24–61	37,5	100	100
	Monolithisch (n = 13)			100	100
Onlays	Mehrschichtig (n = 16)	12–57	32,5	100	100
	Monolithisch (n = 46)			97,83	97,83

(Tabelle 1). Bei Patienten mit para-funktionellen Habits wurden 261 Restaurationen eingegliedert (30,3 %). Die Restaurationen wurden mittels Presstechnik monolithisch oder mehrschichtig aus Lithiumdisilikat angefertigt.

Patienten, bei denen die Nachkontrolle mindestens ein Jahr betrug, wurden zur klinischen und radiologischen Untersuchung einbestellt. Der Beobachtungszeitraum betrug 12 bis 72 Monate (Mittelwert: drei Jahre).

Veneers

Insgesamt wurden 318 Veneers angefertigt (Oberkiefer: 203, Unterkiefer: 115) (Tabelle 2). Die Zahnpräparationen erfolgten abhängig vom Wax-up und der Zahnverfärbung mit einer leichten Abschrägung einer Tiefe von 0,2 bis 0,8 mm, einer axialen Reduktion um 0 bis 0,8 mm und einer inzisalen Reduktion um 0 bis 1,5 mm. Dazu

wurden durchsichtige Silikonschlüssel, die anhand des Wax-up angefertigt wurden, verwendet²⁹. Die axiale Reduktion wurde mit abgeschrägten Rundbohrern ausgeführt, um möglichst viel Zahnschmelz zu erhalten. So lagen die Präparationsränder im Zahnschmelz und die bestmögliche Langzeitretention war gewährleistet³⁰. Bei Kompositrestaurationen der Klasse III, bei einem Diastema oder schwarzen Dreiecken wurden die approximalen Kontaktpunkte zwischen den Zähnen geöffnet. Bei 56 Veneers wurde eine palatinale Abschrägung und bei 262 Restaurationen ein stumpfer Übergangswinkel angelegt. Die bukkale Dicke betrug im zervikalen Drittel 0,2 bis 0,8 mm, im mittleren Drittel 0,2 bis 1,2 mm und im inzisalen Drittel 0,3 bis 0,9 mm. Zentrische Kontakte wurden verhindert²⁹. Die Präparationsränder lagen möglichst supragingival, um die Abformung und die Untersuchung der Randpassung zu erleichtern und die Parodontalgesundheit zu erhalten.

Sofern die Kontur der Restauration verändert werden musste, lagen ihre Ränder auf Höhe des Gingivars oder leicht im Sulkus. Insgesamt wurden 53 monolithische und 265 mehrschichtige Restaurationen hergestellt. Alle Veneers wurden mit Adhäsivzement befestigt (Abb. 1). Die Keramikrestaurationen wurden für 20 s mit 4,5 % Flusssäure (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent; Porcelain Etch, Ultradent) geätzt. Anschließend wurde die Säure mit Wasser abgespült und die Restauration getrocknet. Danach wurde auf das Veneer Silan (Monobond S, Ivoclar Vivadent; Ceramic Primer, 3M ESPE) aufgetragen und mit einem Luftstrahl getrocknet. 139 Veneers wurden unter Kofferdam befestigt, bei den übrigen 179 Restaurationen wurde vor der Befestigung ein Retraktionsfaden (N. 000 Ultrapak, Ultradent) gelegt. Gleichzeitig wurden die Zahnflächen für 30 s mit 37 % Phosphorsäuregel (Ultra-Etch, Ultradent) geätzt, dann für 30 s mit Wasser gespült und

Tabelle 2 Anatomische Verteilung der Lithiumdisilikat-Restaurationen

Zähne	Verteilung der restaurierten Zähne					
	Mehrschichtige Veneers		Monolithische Veneers		Mehrschichtige Kronen	
	Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer
Zentrale Schneidezähne	64	27	13	2	43	3
Laterale Schneidezähne	49	27	9	2	47	3
Eckzähne	41	24	10	4	28	9
Erste Prämolaren	12	8	5	4	40	18
Zweite Prämolaren	5	8	2	2	38	23
Erste Molaren	–	–	–	–	13	8
Zweite Molaren	–	–	–	–	4	4
Gesamt	171	94	39	14	213	68

**Abb. 1** Rehabilitation der oberen Frontzähne mit sechs Lithiumdisilikat-Veneers. (a) Präoperative Ansicht. (b) Kontrolle nach 5 Jahren.

schließlich Adhäsivmaterial (Optibond FL, Kerr) auf die präparierte Zahnfläche und die Innenfläche des Veneers aufgetragen. Freiliegendes Dentin wurde mit Dentin-Primer (Optibond FL, Kerr) behandelt. Die Veneers wurde folgendermaßen adhäsiv befestigt: Veneers mit einer Dicke $\leq 0,5$ mm wurden mit flüssigem Komposit (Gradia Direct Flow, GC; Tetric EvoFlow, Ivoclar Vivadent) oder lichthärtendem Zement (Variolink Veneer, Ivoclar Vivadent) und Restaurationen

mit einer Dicke $\leq 0,8$ mm mit einem dual-härtenden Kompositssystem (Variolink II, Ivoclar Vivadent) befestigt. Überschüssiger Zement wurde mit einem Pinsel und approximal mit Zahnseide entfernt. Die Ränder der Veneers wurden mit Glyzeringel bedeckt und die Kunststoffadhäsiva für 30 s pro Seite lichtgehärtet. Anschließend wurde erneut überschüssiges Komposit entfernt und die Okklusalkontakte überprüft und eingestellt.

Zahngetragene Einzelkronen

Insgesamt wurden 428 zahngetragene Einzelkronen angefertigt (Oberkiefer: 299, Unterkiefer: 129) (Tabelle 2). Die Zahnpräparation richtete sich nach dem diagnostischen Wax-up. Im inzisalen/okklusalen Bereich betrug die Reduktion 1,5 mm, in den anderen Bereichen nur 0,3 bis 1,0 mm. Am Rand wurde eine leichte umlaufende Abschrägung angelegt (0,4 bis 1 mm) und die Innenkanten abgerundet. Je

Verteilung der restaurierten Zähne					
Monolithische Kronen		Mehrschichtige Onlays		Monolithische Onlays	
Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer
12	4	-	-	-	-
11	4	-	-	-	-
8	11	-	-	-	-
28	23	2	2	8	3
29	29	3	1	8	8
17	10	2	2	3	7
9	4	2	2	2	7
114	85	9	7	21	25

nach der Länge des Stumpfs waren die Präparationen um 5 bis 10° angewinkelt³¹. Im Seitenzahnbereich lagen die Präparationsränder supra- oder epigingival, um den Schmelz zu erhalten und die Abformung sowie die Untersuchung der Randpassung zu erleichtern. Im Frontzahnbereich befand sich der Präparationsrand abhängig von den ästhetischen Anforderungen epi- oder subgingival.

Die Restaurationsdicke betrug approximal und axial 0,3 bis 1,0 mm und die biomechanisch erforderliche Mindestdicke auf den Okklusal-/Inzisalfächen 1,5 mm. Insgesamt wurden 428 Einzelzahnkronen (Frontzahnbereich: 231, Seitenzahnbereich: 197) angefertigt und mittels Presstechnik 407 Restaurationen (mehrschichtige: 274, monolithische: 154) hergestellt. 21 dieser Kronen (acht mehrschichtige und 13 monolithische) wurden mittels CAD/CAM produziert. Alle Restaurationen wurden nach Vorgaben der Hersteller mit selbstadhäsivem Zement (RelyX Unicem, 3M ESPE) oder dual-härtendem Kompositzement (Multilink Automix, Ivoclar Vivadent; Variolink II, Ivoclar Vivadent) befestigt.

Die präparierten Zähne wurden mit Retraktionsfäden (N. 000 Ultrapak) isoliert und die Zementierung wie oben beschrieben durchgeführt. 68 Kronen wurden unter Kofferdam zementiert. Die Okklusion wurde eingestellt und die adjustierten Oberflächen poliert (Abb. 2).

Onlays

Insgesamt wurden 62 Onlays angefertigt (Oberkiefer: 21, Unterkiefer: 41) (Tabelle 2). Die Kavitäten wurden mit einer minimalen okklusalen Dicke von 2 mm präpariert und ein approximaler Aufbau durchgeführt, um die Abformung und Zementierung zu erleichtern (Abb. 3). Von den insgesamt 62 Onlays waren 16 mehrschichtig und 46 vollanatomisch monolithisch. Für die Zementierung wurden die präparierten Zähne mit Kofferdam isoliert und nach Herstellerangaben mit flüssigem Komposit (Gradia Direct Flow; Tetric EvoFlow) oder einem dual-härtenden Kompositssystem (Variolink II) wie oben beschrieben

adhäsiv befestigt. Die Okklusion wurde eingestellt und die adjustierten Oberflächen poliert.

Implantatgetragene Restaurationen

Auf insgesamt 36 Implantate wurden 52 Restaurationen eingesetzt (Oberkiefer: 30, Unterkiefer: 22) (Tabelle 2): sieben Kronen wurden zementiert, neun verschraubt, zwei Zirkonoxidtotalrestaurationen (insgesamt 26 Restaurationen) wurden verschraubt, eine viergliedrige Zirkonoxidteilrestauration wurde verschraubt und zwei dreigliedrige Titanrestaurationen. Die Zirkonoxid- und Titangerüste wurden mit Lithiumdisilikat-Kronen und CAD/CAM-Abutments kombiniert. Abutments und Gerüste wurden mit einer minimalen zirkumferenziellen Kronendicke von 1,5 mm und einer okklusalen/inzisalen Kronendicke von mindestens 2 mm angefertigt. Die Titangerüste wurden mit einer opaken Masse bedeckt, um das graue Metall zu verdecken. Die Lithiumdisilikat-Kronen wurden mit selbstadhäsivem (RelyX Unicem) oder dual-härtendem Komposit (Multilink Automix) auf den Zirkonoxid- und Titangerüsten befestigt. Die Kronen wurden wie Restaurationen auf natürlichen Stümpfen behandelt und die Gerüstmaterialien nicht weiter bearbeitet. Alle verschraubten Restaurationen, deren bukkale Wand nicht durch das Zugangsloch für die Schraube ausgefüllt wurde, wurden extraoral zementiert, um das Risiko von subgingival verbliebenen Zementresten zu reduzieren. Anschließend wurden die Zugangslöcher für die Schrauben mit Komposit gefüllt (Abb. 4).



Abb. 2 Vollständige Rehabilitation mit Lithiumdisilikat-Einzelzahnkronen. (a) Die definitiven, polierten Restaurationen auf dem Meistermmodell. (b) Kontrolle der vollständigen Rehabilitation auf natürlichen Zähnen und Implantat-Abutments nach 5 Jahren.



Abb. 3 (links) Kontrolle monolithischer Inlay- und Onlay-Restaurationen nach sechs Jahren.

Abb. 4 (unten) Implantatgetragene Totalrehabilitation des Oberkiefers. (a) Zirkonoxidgerüst mit 14 Lithiumdisilikat-Einzelkronen. (b) Kontrolle nach drei Jahren.



Klinische Evaluation

Bei allen Kontrollbesuchen wurden standardisierte Fotografien und Röntgenaufnahmen angefertigt. Die Dokumentation der mechanischen und ästhetischen Eigenschaften der Restaurationen erfolgte mithilfe von entsprechenden Datenbögen.

Die Patienten wurden bei einem klinischen Kontrollbesuch mindestens ein Jahr nach der Zementierung erneut untersucht und dann in jährlichen Abständen. Dabei wurden nach den modifizierten CDA-Kriterien (California Dental Association) jeweils die Farbpassung, Keramikoberfläche, Randverfärbung und -integrität

überprüft³². Die Zufriedenheit der Patienten wurde nominal (nicht akzeptabel, akzeptabel, gut und ausgezeichnet) erfasst. Bei mechanischen Komplikationen wurde die Restauration als Misserfolg eingestuft.

Statistische Auswertung

Die deskriptive Statistik wurde mit einer speziellen Software (SPSS, Version 17, IBM) durchgeführt. Für alle Lithiumdisilikat-Versorgungen wurden die kürzeste, mittlere und längste Beobachtungszeit berechnet. Mittels Kaplan-Meier-Auswertung

wurden für alle Gruppen die kumulativen Überlebens- und Erfolgsraten berechnet. Alle Gruppen waren in verblendete und monolithische Versorgungen unterteilt. Jede mechanische Komplikation – sowohl eine geringfügige (Retentionsverlust, geringes Chipping) als auch eine schwerwiegende (Gerüstfraktur, Abutment-/Stumpffraktur, umfangreiches Chipping) – wurde als statistisch relevantes Ereignis eingestuft. Die Überlebenskurven der verblendeten und monolithischen Restaurationen wurden mit dem Log-Rank-Test verglichen. Das Signifikanzniveau wurde auf $p = 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Alle Restaurationen wurden gemäß der Herstellervorgaben von sechs spezialisierten Zahntechnikern hergestellt. Insgesamt wurden 860 Restaurationen bei 312 Patienten über maximal 72 Monate untersucht.

Veneers

Im Frontzahnbereich wiesen die mehrschichtigen Veneers eine kumulative Überlebensrate von 97,91 % und eine kumulative Erfolgsrate von 96,24 % auf, die monolithischen Veneers zeigten eine kumulative Überlebens- und Erfolgsrate von jeweils 100 % (Tabelle 1). Im Seitenzahnbereich erreichten die kumulativen Überlebens- und Erfolgsraten von mehrschichtigen und monolithischen Veneers jeweils 100 % (Tabelle 1).

Bei fünf Veneers im Oberkiefer kam es zum Chipping. Keine der geringfügigen Kohäsivfrakturen behinderte die Funktion. Die Restaurationen wurden intraoral geglättet und poliert und verblieben zur Beobachtung in situ.

Gerüstfrakturen traten bei drei mehrschichtigen Veneers auf, von denen sich eines auf einem oberen lateralen Schneidezahn und zwei auf unteren Frontzähnen befanden. Bei allen frakturierten Restaurationen bestand der Antagonist aus Keramikmaterial und die Restauration musste ausgewechselt werden. Die frakturierten Veneers besaßen eine inzisale Butt-joint-Präparation, und versagten acht bzw. 11 Monate nach der Zementierung. Beim Austausch wurde ein neues Präparationsdesign angewandt, das den lingualen Aspekt mit einbezog und eine minimale Abschrägung aufwies.

Bei einem Veneer im Unterkiefer trat ein Retentionsverlust auf. Die Restauration wurde sofort erneut befestigt

und war bei der abschließenden Kontrolluntersuchung weiterhin in Funktion.

Zahngetragene Einzelzahnkronen

Im Frontzahnbereich ergab sich für die mehrschichtigen zahngetragenen Kronen eine kumulative Überlebensrate von 98,57 % und eine kumulative Erfolgsrate von 97,61 % und für die monolithischen Kronen eine kumulative Überlebens- und Erfolgsrate von jeweils 95,46 % (Tabelle 1). Im Seitenzahnbereich erreichten die mehrschichtigen Kronen eine kumulative Überlebensrate von 96,92 % und eine kumulative Erfolgsrate von 95,39 %. Für die monolithischen Kronen lag die kumulative Überlebens- und Erfolgsrate bei 96,21 % (Tabelle 1).

Bei acht zahngetragenen Kronen traten geringfügige Kohäsivfrakturen auf: drei im Oberkiefer und fünf im Unterkiefer. Zwei dieser abgeplatzten Kronen – jeweils eine pro Kiefer – waren monolithisch. Das Chipping betraf vor allem Kronen im Seitenzahnbereich (Prämolaren und Molaren), von denen nur vier ausgetauscht werden mussten. Die übrigen wurden nur geglättet und poliert.

Bei einem Patienten traten sieben Monate nach der Zementierung an zwei Oberkieferkronen auf einem zentralen und einem lateralen Schneidezahn Gerüstfrakturen auf, sodass die Restaurationen ausgetauscht werden mussten. In beiden Fällen bestand der Antagonist aus Keramikmaterial.

Ein Retentionsverlust trat an zwei Unterkieferkronen auf, die sofort wieder befestigt wurden und bei der abschließenden Kontrolluntersuchung weiterhin in Funktion waren.

Bei einer Unterkieferkrone war wegen einer Pulpitis 18 Monate nach der Zementierung eine Wurzelkanalbehandlung mit einem Zugang durch

die Krone erforderlich. Anschließend wurde das Zugangslöcher mit Komposit gefüllt. Diese Restauration galt als Misserfolg, obwohl sie noch in Funktion war. Außerdem wurde ein nicht vitaler oberer Prämolare, der mit einer Krone restauriert war, wegen einer Wurzelfraktur extrahiert.

Onlays

Mehrschichtige Onlays erzielten kumulative Überlebens- und Erfolgsraten von 100 % (Tabelle 1) und monolithische Onlays von 97,83 % (Tab. 1).

Bei drei Onlays im Unterkiefer, davon zwei monolithischen auf zweiten Prämolaren, fand sich ein Chipping. Antagonist waren in einem Fall ein natürlicher Zahn und im anderen eine Keramikrestauration. Der beschädigte Bereich wurde intraoral mit Komposit repariert. Bei einem Oberkiefer-Onlay kam es zum Retentionsverlust. Es wurde sofort wieder befestigt und war bei der abschließenden Kontrolluntersuchung weiterhin in Funktion.

Implantatgetragene Restaurationen

Bei den implantatgetragenen Kronen erreichten die mehrschichtigen eine kumulative Überlebens- und Erfolgsrate von jeweils 100 % (Tabelle 1), bei den monolithischen betragen diese Werte jeweils 97,78 % (Tabelle 1). Bei einer monolithischen Krone auf einem oberen Eckzahn trat eine geringe Kohäsivfraktur der Verblendkeramik auf. Das Chipping behinderte die Funktion jedoch nicht, sodass der Bereich nur geglättet und poliert wurde und die Krone in situ verblieb.

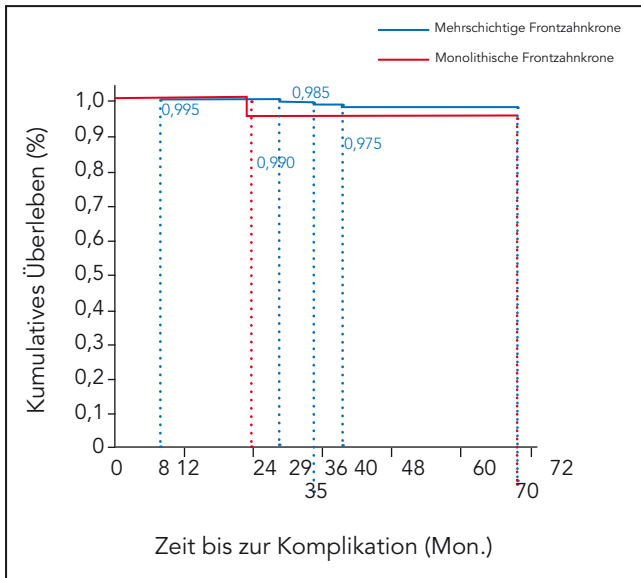


Abb. 5 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikat-Einzelkronen auf Frontzähne Komplikationen auftraten.

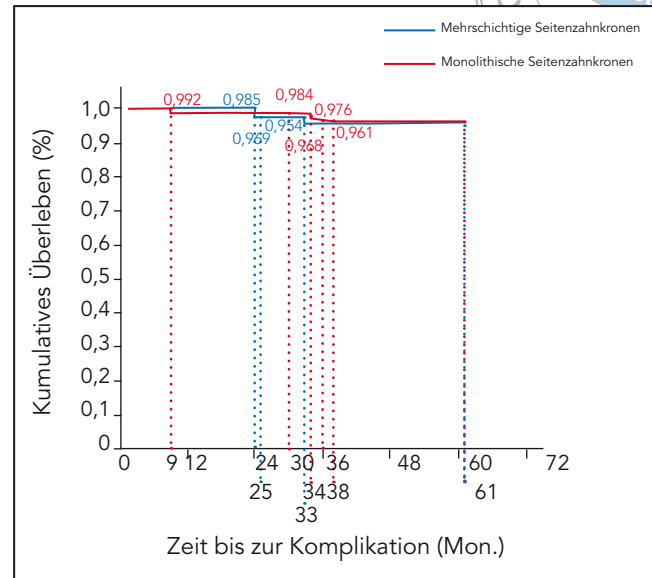


Abb. 6 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikat-Einzelkronen auf Seitenzähne Komplikationen auftraten.

Statistische Auswertung

Unter Berücksichtigung jeder Komplikation als statistisch relevantem Ereignis betrug die kumulative Überlebensrate der Lithiumdisilikat-Restaurationen in der Kaplan-Meier-Überlebenskurve 95,46 bis 100 % und die kumulative Erfolgsrate 95,39 bis 100 % (Abb. 5 bis 10, Tabelle 1). In keiner der Gruppen ergab der Vergleich der Überlebenskurven mehrschichtiger und monolithischer Restaurationen mittels Log-Rank-Test statistisch signifikante Unterschiede ($p > 0,05$) (Tabelle 3).

Klinische Evaluation

Die klinische Beurteilung der erfolgreichen monolithischen und mehrschichtigen Restaurationen nach den modifizierten CDA-Kriterien war zufriedenstellend (Tabelle 4). Den geringsten Anteil an A-Einstufungen erzielte die Farbpassung der monolithischen Restaurationen (90,9 %),

die aber weiterhin von den meisten Ärzten und Patienten als akzeptabel beurteilt wurde. Abgesehen von den oben beschriebenen Misserfolgen wurde keine Restauration bei irgendeinem Evaluationskriterium als C oder D eingestuft. Allgemein waren die Patienten mit den Restaurationen sehr zufrieden; einige Versorgungen wurden als gut und keine als nicht akzeptabel oder akzeptabel eingestuft (Tabelle 5).

Mechanische strukturelle Komplikationen waren bei monolithischen Restaurationen am seltensten. Keines der monolithischen Veneers versagte. Allerdings zeigten sich bei drei monolithischen Kronen auf einem Implantat und zweien auf natürlichen Zähnen Abplatzungen. Bei allen fehlgeschlagenen Kronen war der Antagonist eine Keramikrestauration und zwei der Misserfolge traten bei Patienten mit parafunktionellen Habits auf. Bei Patienten mit nicht kontrollierten parafunktionellen Habits traten nur bei mehrschichtigen Restaurationen im Frontzahnbereich Frakturen auf, die nicht restaurierbar

waren. Bei keiner Restauration wurde rezidivierende Karies nachgewiesen, die Konturen waren von zufriedenstellender Qualität und die approximalen Kontakte waren langfristig stabil.

Diskussion

Ähnlich wie in anderen Studien^{2,11} erreichten Lithiumdisilikat-Restaurationen auch in dieser Studie sehr hohe Erfolgsraten (95,39 bis 100 % nach 72 Monaten). Zur klinischen Effektivität dieser Restaurationen tragen mehrere Variablen bei, zu denen vor allem das korrekte Bonding der Lithiumdisilikat-Versorgungen gehört. Außerdem sind Menge und Qualität der Zahnhartsubstanz entscheidend, insbesondere die Möglichkeit, die Präparationsränder in den Schmelz zu legen: Je mehr Zahnschmelz erhalten wird, umso besser ist die Adhäsion und umso langsamer altert der Adhäsivverbund^{2,17,30}. Für Keramiklaminat-Veneers wurde eine Überlebenswahrscheinlichkeit

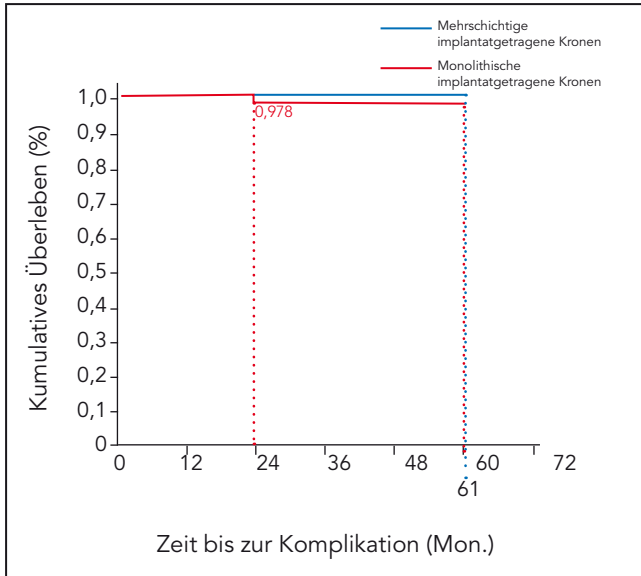


Abb. 7 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikatkronen auf Implantate Komplikationen auftraten.

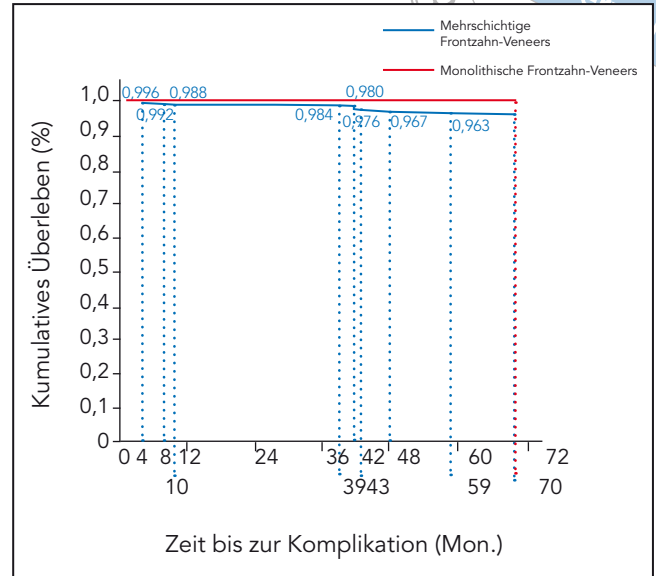


Abb. 8 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikat-Veneers auf Frontzähne Komplikationen auftraten.

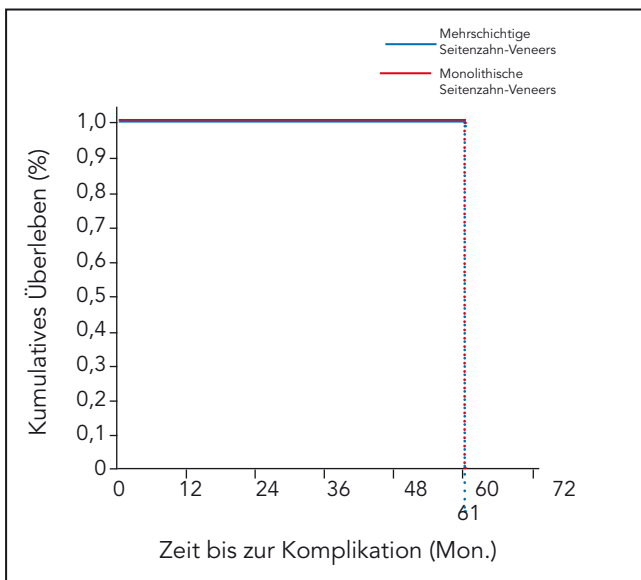


Abb. 9 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikat-Veneers auf Seitenzähne Komplikationen auftraten.

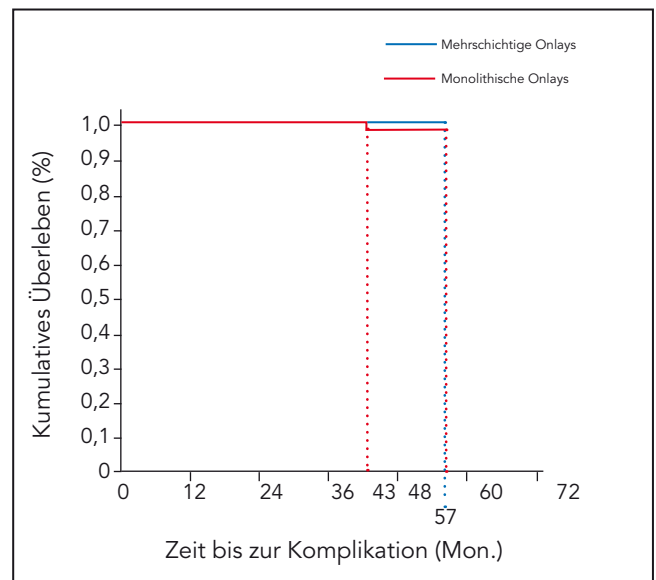


Abb. 10 Kaplan-Meier-Kurve des Zeitpunkts, an dem nach dem Einsetzen von Lithiumdisilikat-Onlays Komplikationen auftraten.

Tabelle 3 Ergebnisse des Vergleichs der Überlebenskurven mit dem Log-Rank-Test

Gruppen	Log-Rank	p
Mehrschichtige vs monolithische Frontzahnkronen	0,381	> 0,05
Mehrschichtige vs monolithische Seitenzahnkronen	0,084	> 0,05
Mehrschichtige vs monolithische Frontzahn-Veneers	1,062	> 0,05
Mehrschichtige vs monolithische Seitenzahn-Veneers	2,004	> 0,05
Mehrschichtige vs monolithische Onlays	0,345	> 0,05
Mehrschichtige vs monolithische implantatgetragene Kronen	0,154	> 0,05

Tabelle 4 Häufigkeitsverteilung der klinischen Beurteilungen von Lithiumdisilikat-Restaurationen gemäß der modifizierten CDA-Kriterien

Parameter	Modifizierte CDA-Kriterien							
	A		B		C		D	
	Mehr- schichtige (%)	Mono- lithische (%)	Mehr- schichtige (%)	Mono- lithische (%)	Mehr- schichtige (%)	Mono- lithische (%)	Mehr- schichtige (%)	Mono- lithische (%)
Farbpassung	97,9	90,9	2,1	7,4	0	1,7	0	0
Keramik- oberfläche	96,7	97,1	3,3	2,9	0	0	0	0
Randverfärbung	96,7	95,9	3,3	4,1	0	0	0	0
Randpassung	98,2	98,7	1,8	1,3	0	0	0	0

Tabelle 5 Zufriedenheit der Patienten mit den Lithiumdisilikat-Restaurationen

Zufriedenheits- Score	Beobachtungszeitraum (Mon.)											
	12 < x > 24			24 < x > 36			36 < x > 48			48 < x > 72		
	Ven.	Kro.	Onl.	Ven.	Kro.	Onl.	Ven.	Kro.	Onl.	Ven.	Kro.	Onl.
Nicht akzeptabel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akzeptabel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gut	0	9	2	4	13	1	15	14	0	0	0	0
Ausgezeichnet	31	99	10	95	159	25	90	116	22	83	70	2

x = Beobachtungszeitraum in Monaten, Ven. = Veneers, Kro. = Kronen, Onl. = Onlays.

Abb. 11 Minimalinvasive Präparationen für Lithiumdisilikat-Kronen.



von 93,5 % nach 10 Jahren angegeben³³. Außerdem ermittelte ein aktuelles systematisches Review für Glaskeramik-Veneers nach 5-jähriger Belastung ein angemessenes Überleben mit sehr geringen Komplikationsraten³⁴.

Je nach der klinischen Situation übertrugen die Autoren das Konzept der Schmelzadhäsion von den Veneers auf die Kronen, um die Langlebigkeit zu verbessern (Abb. 11). Daher konnten die Restaurationen sehr dünn gestaltet und möglichst viel Zahnschmelz erhalten werden.

Alle Frakturen und mechanischen Komplikationen betrafen Restaurationen mit einer Dicke, die mindestens den Herstellervorgaben entsprach, und die überwiegend auf Dentin oder Komposit befestigt worden waren. Im Gegenzug traten bei den zahngetragenen Restaurationen keine mechanischen Komplikationen auf, sofern mindestens 50 % der Kontaktfläche aus Zahnschmelz bestand. Die mechanischen Komplikationen (Frakturen und Chipping) betrafen zu 63 % Restaurationen mit einem Antagonisten aus Keramik; davon wiederum traten 33 % bei Patienten mit Parafunktionen auf. Die übrigen 37 %

der mechanischen Komplikationen traten bei Restaurationen mit einem natürlichen Zahn als Antagonisten auf und waren nicht mit Bruxismus oder Kieferpressen assoziiert. Da in der vorliegenden Studie selbst bei einem hohen Anteil an Patienten mit Parafunktionen (30,3 %) eine hohe Erfolgsrate erreicht wurde, erweist sich Lithiumdisilikat als geeignet für die Behandlung derartiger Patienten. Dies gilt insbesondere bei seiner Verwendung für monolithische Restaurationen, da diese keine strukturellen Komplikationen aufwiesen.

Bei allen Restaurationen wurden Randintegrität, Farbe und Oberfläche im CDA-Evaluationssystem als zufriedenstellend eingestuft. Lediglich die Farbpassung monolithischer Kronen und Onlays erhielt in einigen Fällen (9,1 %) nicht die Höchstbewertung. Die Patientenauswahl ist bei monolithischen Restaurationen entscheidend für ein natürliches Aussehen. Die Ästhetik solcher Versorgungen wird nämlich von mehreren Faktoren beeinflusst, wie der Farbe des natürlichen Stumpfs, der Dicke der Keramik, der korrekten Wahl der Blöcke sowie der Farbe und der Helligkeit der Nachbarzähne.

Die Kombination von Lithiumdisilikat-Kronen mit Zirkonoxid- und Titangerüsten oder -abutments erbrachte ausgezeichnete Ergebnisse hinsichtlich Ästhetik, Funktion und Retentionsverlust. Nur bei einer monolithischen Krone auf einem Zirkonoxidgerüst kam es sechs Tage nach der Zementierung zu einer Abplatzung. Diese Restauration gehörte zu einer implantatgetragenen Totalrestauration und versagte vermutlich aufgrund eines ungleichmäßigen Okklusalkontakts in zentrischer Relation. Das abgebrochene Stück wurde sofort wieder adhäsiv befestigt und die Okklusion eingestellt. Nach drei Jahren war die Krone auch weiterhin in Funktion.

Lithiumdisilikat kann in vielen klinischen Situationen verwendet werden. Die unterschiedlich opaken und transluzenten Materialien ermöglichen auch bei schweren Verfärbungen eine zufriedenstellende Ästhetik³. Die Ätzbarkeit von Lithiumdisilikat erleichtert die Verwendung von Adhäsivzement und das Management klinischer Komplikationen. Chipping oder Frakturen lassen sich mithilfe von Ätzen und adhäsivem Befestigungszement leicht und mit guter Prognose reparieren.

Die vorliegende retrospektive, klinische Multipraxis-Studie unterliegt gewissen Einschränkungen. Trotz des rigorosen Ansatzes könnten die verschiedenen Untersucher und klinischen Variablen (Restaurationstyp, intraorale Verteilung, mehrgliedrige Restaurationen bei einem Patienten) die klinischen und statistischen Ergebnisse beeinflusst haben. Daher sind weitere In-vivo-Studien notwendig, um die langfristige klinische Zuverlässigkeit von Lithiumdisilikat-Restaurationen und die Effektivität des hier vorgeschlagenen prothetischen Ansatzes zu bestätigen.

Schlussfolgerung

Im Rahmen dieser Studie und unter Berücksichtigung ihrer Einschränkungen war der Einsatz von Lithiumdisilikat bei der Versorgung mit festsitzenden Restaurationen kurz- und mittelfristig effektiv und zuverlässig. Dieses biologisch, technisch und ästhetisch vorteilhafte Material kann sich in vielen klinischen Situationen als gute Alternative erweisen.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

- Dumfahrt H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service. Part 1: Clinical procedure. *Int J Prosthodont* 1999;12:505–513.
- Fradeani M, Rademagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6 to 12 year clinical evaluation. A retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:9–17.
- Fabbri G, Mancini R, Marinelli V, Ban G. Anterior discolored teeth restored with Procera all-ceramic restorations: A clinical evaluation of the esthetic outcome based on the thickness of the core selected. *Eur J Esthet Dent* 2011;6:76–86.
- Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kastner K, Walter MH. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent* 2000;84:419–424.
- Martinez-Rus F, Suarez MJ, Rivera B, Padriès G. Evaluation of the absolute marginal discrepancy of zirconia-based ceramic copings. *J Prosthet Dent* 2011; 105:108–114
- Kokubo Y, Tsumita M, Kano T, Sakurai S, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. *J Prosthodont Res* 2011;55:40–43.
- Guess P, Zavanelli R, Silva N, Bonfante E, Coelho P, Thompson V. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: Comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont* 2010;23:434–442.
- Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2012;107:170–177.
- Sax C, Hammerle CH, Sailer I. 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. *Int J Comput Dent* 2011;14:183–202.
- Ortop A, Kihl ML, Carlsson GE. A 3-year retrospective and clinical follow-up study of zirconia single crowns performed in a private practice. *J Dent* 2009;37: 731–736.
- Sorrentino R, Galasso L, Teté S, De Simone G, Zarone F. Clinical evaluation of 209 all-ceramic single crowns cemented on natural and implant-supported abutments with different luting agents: A 6-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:184–197.
- Marquardt P, Strub JR. Survival rates of IPS empress 2 all-ceramic crowns and fixed partial dentures: Results of a 5-year prospective clinical study. *Quintessence Int* 2006;37:253–259.
- Taskonak B, Sertgöz A. Two-year clinical evaluation of lithium-disilicate-based all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Dent Mater* 2006;22:1008–1013.
- Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Investig* 2013;17: 275–284.
- Kern M, Sasse M, Wolfart S. Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium-disilicate ceramic. *J Am Dent Assoc* 2012; 143:234–240.
- Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain [abstract 1154]. *L Debt Res* 1983;62:297.
- Dumfahrt H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service. Part 1: Clinical procedure. *Int J Prosthodont* 1999;12:505–513.
- Stappert CF, Dai M, Chitmongkolsuk S, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. *Brit Dent J* 2004;196:766–770.
- Van Brakel R, Cune MS, van Winkelhoff AJ, de Putter C, Verhoeven JW, van der Reijden W. Early bacterial colonization and soft tissue health around zirconia and titanium abutments: An in vivo study in man. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22:571–577.
- Karl M, Taylor TD. Effect of material selection on the passivity of fit of implant-supported restorations created with computer-aided design/computer-assisted manufacture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:739–745.
- Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24:299–307.
- Sailer I, Zembic A, Jung RE, Siegenthaler D, Holdergger C, Hammerle CH. Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutment for canine and posterior single-tooth implant reconstructions: Preliminary result at 1 year of function. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:219–225.
- Fischer K, Stenberg T. Prospective 10-year cohort study based on randomized, controlled trial (RCT) on implant-supported full-arch maxillary prostheses. Part II. Prosthetic outcomes and maintenance. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15:498–508.
- Bremer F, Grade S, Kohorst P, Stiesch M. In vivo biofilm formation on different dental ceramics. *Quintessence Int* 2011; 42:565–574.

25. 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.
26. Nothdurft FP, Pospiech PR. Zirconium dioxide implant abutments for posterior single-tooth replacement: First results. *J Periodontol* 2009;80:2065–2072.
27. Larsson C, Vult von Steyern P, Sunzel B, Nilner K. All-ceramic two-to five-unit implant-supported reconstructions. A randomized, prospective clinical trial. *Swed Dent J* 2006;30:45–53.
28. Martinez-Rus F, Ferreira A, Ozcan M, Bartolomé JF, Pradies G. Fracture resistance of crowns cemented on titanium and zirconia implant abutments: A comparison of monolithic versus manually veneered all-ceramic systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:1448–1455.
29. Magne P, Perroud R, Hodges JS, Belser U. Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:441–457.
30. Friedman MJ. Porcelain veneer restorations: A clinician's opinion about a disturbing trend. *J Esthet Restorative Dent* 2001;13:318–327.
31. Doyle MG, Goodacre CJ, Munoz CA, Andres CJ. The effect of tooth preparation design on the breaking strength of Dicor crowns. Part 3. *Int J Prosthodont* 1990;3:327–340.
32. California Dental Association. *Quality Evaluation for Dental Care. Guidelines for the Assessment of Clinical Quality and Performance*, ed 3. Sacramento, CA: California Dental Association, 1995.
33. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont* 2012;25:79–85.
34. Petridis HP, Zekeridou A, Malliari M, Tortopidis D, Koidis P. Survival of ceramic veneers made of different materials after a minimum follow-up period of five years: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Esthet Dent* 2012;7:138–152.