PROTHETIK

Langzeitbewährung silikatkeramischer Restaurationen

Indizes

Vollkeramik, Silikatkeramik, Langzeitbewährung, Misserfolg, Bruxismus

Zusammenfassung

Vollkeramische Systeme können im Vergleich zu konventionellen restaurativen Materialien eine äußerst ästhetische, biokompatible und funktionell zufriedenstellende Alternative sein. In den letzten beiden Jahrzehnten hat das Interesse der Patienten an diesen metallfreien Restaurationsmaterialien deutlich zugenommen. Das sich ändernde Patientenbewusstsein und die stetig steigende Zahl vollkeramischer Materialien am Markt stellen den Behandler oft vor schwierige Entscheidungen. Daten zum klinischen Langzeiterfolg werden unerlässlich, da nur sie relevante Hinweise zur Optimierung künftiger Therapien bieten. Langzeituntersuchungen zu dentalen Keramiken mit einer Beobachtungszeit von mehr als 20 Jahren sind rar. Der Beitrag beschreibt die Generierung und Untersuchung wissenschaftlicher Daten zum klinischen Langzeiterfolg von 1.335 unterschiedlichen silikatkeramischen Restaurationen im Front- und Seitenzahnbereich über einen Zeitraum von bis zu 261 Monaten.

Einleitung

Dentale Keramiken lassen sich in die zwei Werkstoffgruppen Silikat- und Oxidkeramiken unterteilen^{3,15} (Abb. 1). Die mehrphasige Silikatkeramik, die sich durch ihren höheren Glasanteil von der polykristallinen Oxidkeramik unterscheidet, gilt als konventionelle Dentalkeramik. Sie besteht aus einer amorphen, transparenten Glasphase, in welche die kristallinen Partikel dispers verteilt eingelagert sind. Diese Kristalle beeinflussen die Stabilität und das ästhetische Erscheinungsbild der Keramik. Je höher und homogener der Kristallgehalt ausfällt, umso stabiler ist die dentale Keramik. Gleichzeitig führt die Stabilitätszunahme aufgrund der Erhöhung der Opazität und des Verlustes der Transluzenz zu einer Beeinträchtigung der Ästhetik. Liegt die Biegefestigkeit unter 350 Mpa, müssen diese Silikatkeramiken adhäsiv befestigt werden¹⁴.

Im Hinblick auf ihre lichtoptischen Eigenschaften wie Transluzenz und Lichtreflexion sind Silikatkeramiken der Zahnhartsubstanz sehr ähnlich¹⁴. Diese Eigen-



Ulrike Stephanie Beier DDr., M.Sc.

Herbert Dumfahrt ao. Univ.-Prof. DDr.

Universitätsklinik für Zahnersatz und Zahnerhaltung Department Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Medizinische Universität Innsbruck Anichstraße 35 A-6020 Innsbruck E-Mail: ulrike.beier@i-med.ac.at schaften und das sich ändernde Patientenbewusstsein haben mit dem Boom der Vollkeramik zu einer gesteigerten Nachfrage nach metallfreien zahnärztlichen Restaurationen geführt. Hinzu kommen technische Fortschritte bei der Entwicklung neuer vollkeramischer Materialien und klinischer Verfahren. Daraus resultierte eine deutliche Zunahme der Anzahl dentaler Keramiken, die sich sowohl werkstoffkundlich als auch durch ihre klinischen Eigenschaften unterscheiden.

Das ist einer der Gründe, die das Interesse der Patienten an vollkeramischen Restaurationen als biokompatible, funktionell und ästhetisch zufriedenstellende Alternative zu konventionellen restaurativen Materialien in erheblichem Maße haben steigen lassen⁵. Außerdem führte die Weiterentwicklung von Technologien und Materialien zwangsläufig zu einem sich stetig vergrößernden Indikationsspektrum¹².

Als Mängel dentaler Keramiken werden Sprödigkeit, die Tendenz zur Rissbildung und die geringe Zugfestigkeit des Materials angeführt^{7,18,20,21}. Die Hauptursache für einen Misserfolg ist in klinischen Studien immer noch die Fraktur des keramischen Werkstoffs^{11,16,17,23}.

Wissenschaftliche Daten zum klinischen Langzeiterfolg dentaler Keramiken sind unerlässlich, um den Zahnarzt bei der individuellen Behandlungsplanung sinnvoll zu unterstützen. Ziel der nachfolgend vorgestellten retrospektiven Langzeituntersuchung silikatkeramischer Restaurationen war es, die Überlebenswahrscheinlichkeit dieser Restaurationen zu ermitteln. Außerdem wurden Misserfolge und ihre potenziellen Faktoren ausgewertet².

Klinische Untersuchung

Im Rahmen ihrer Routinekontrolle wurden zwischen März und Juli 2010 die silikatkeramischen Restaurationen von 302 Patienten (120 Männer und 182 Frauen) an der Universitätsklinik für Zahnersatz und Zahnerhaltung der Medizinischen Universität Innsbruck untersucht. Sämtliche Patienten konnten in die Studie eingeschlossen werden.

Die untersuchten Restaurationen waren alle zwischen November 1987 und Dezember 2009 im zahntechnischen

Labor der Klinik aus unterschiedlichen Silikatkeramiken hergestellt worden. Zum Zeitpunkt der Eingliederung war eine Dokumentation patienten-, zahn- und keramikspezifischer Daten jeder Restauration in einer Keramikdatenbank erfolgt. Geschlecht, Alter, Rauchen und Bruxismus waren als patientenspezifische, Lokalisation im Mund, Zustand der parodontalen Situation, Ausdehnung, Sensibilität und eventuelle Stiftversorgung als zahnspezifische sowie Art der Restauration, Material und adhäsive Befestigung (Bonding) als keramikspezifische Daten erfasst worden.

Zusätzlich zu den klinischen Befunden wurden Gipsmodelle hergestellt. Die Beurteilung der klinischen Qualität erfolgte unabhängig voneinander durch zwei erfahrene Zahnärzte, die die modifizierten CDA/Ryge-Kriterien verwendeten^{6,19}. Dabei wurden die folgenden Untersuchungspunkte berücksichtigt:

- Ästhetik und Farbübereinstimmung,
- Oberflächengualität,
- Randverfärbung und
- Randschluss der Keramik.

Als Erfolg wurde eine Beurteilung mit Alpha oder Bravo und als Misserfolg eine Beurteilung mit Charlie oder Delta definiert. Zusätzlich erfolgte eine detaillierte Dokumentation aller Misserfolge und ihrer Ursachen. Falls sich bereits vor dem Untersuchungszeitpunkt bei den Patienten ein keramischer Misserfolg ereignet hatte, wurden die entsprechenden Daten aus der geführten Keramikdatenbank der Klinik in die aktuelle Erhebung übernommen. Bei der Nachuntersuchung wurden die Patienten auch nach ihrer Zufriedenheit mit den keramischen Restaurationen befragt (sehr gut, gut, befriedigend und nicht zufriedenstellend).

Statistische Auswertung

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Softwarepaket SAS 9.2 (SAS Institute). In der Auswertung fanden nur Restaurationen Berücksichtigung, die mindestens 6 Monate inseriert gewesen waren. Die Zeit von der Insertion bis zum Auftreten eines irreparablen Misserfolges wurde als Überlebenszeit definiert. Die BerechDie klinische Beurteilung nach den *Ryge*-Kriterien an 1.266 Restaurationen ergab 26 Misserfolge (Charlieoder Delta-Bewertung). In der Datenbank waren seit der Insertion bereits 69 keramische Restaurationen der untersuchten Patientengruppe als Misserfolge erfasst, die sich vor dem Untersuchungstermin ereignet hatten. Insgesamt kam es in der Untersuchungsgruppe zu 95 Misserfolgen. Tabelle 1 zeigt die Aufgliederung der unterschiedlichen Misserfolge und ihre Häufigkeit.

Daraus resultierten nach der zeitabhängigen Untersuchung mit der *Kaplan-Meier*-Methode die in Tabelle 2 dargestellten Überlebenswahrscheinlichkeiten für die einzelnen Restaurationen. Abbildung 2 zeigt die Überlebenswahrscheinlichkeit der Restaurationstypen Veneer, Krone, Onlay und Inlay im Detail. Für die einzelnen Versorgungstypen ergab der Log-Rank-Test keinen statistisch signifikanten Unterschied.

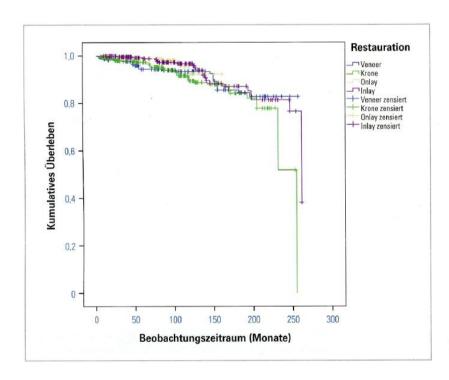


Abb. 2 Überlebenszeiten der einzelnen Restaurationen nach *Kaplan* und *Meier*

Tab. 2 Überlebenswahrscheinlichkeiten (in %) nach Kaplan und Meier für die einzelnen Restaurationstypen

Jahre	Restaurationen gesamt	Kronen	Veneers	Onlays	Inlays (gesamt)	Inlay 1 Fläche	Inlay 2 Flächen	Inlay 3 Flächen
5	97,3	97,4	94,5	98,9	98,9	100	100	97,8
8	95,6	94,1	94,1	98,1	97,3	100	100	94,5
10	93,5	90,0	93,5	92,4	96,8	100	100	93,3
12	91,1	88,5	93,5	92,4	89,6	94,7	94,4	83,4
15	85,8	83,6	85,7	keine Daten	87,2	94,7	94,4	77,6
18	80,1	77,3	82,9	keine Daten	81,5	94,7	94,4	63,9
20	78,5	51,2	82,9	keine Daten	81,5	94,7	94,4	63,9

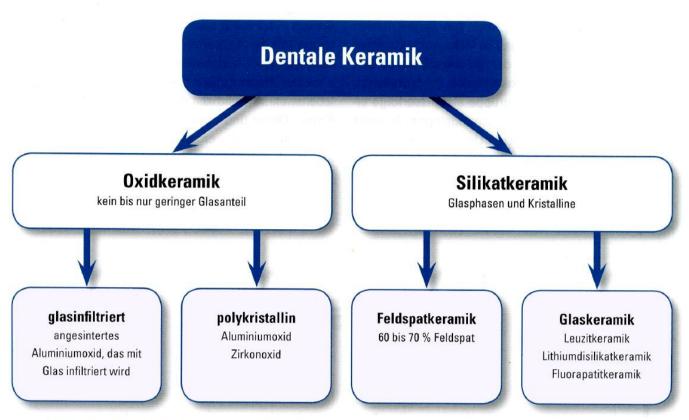


Abb. 1 Einteilung der dentalen Keramiken nach ihrer Zusammensetzung

nung der Überlebenswahrscheinlichkeit erfolgte nach der zeitabhängigen Untersuchung mit der Kaplan-Meier-Methode. Zur Ermittlung der Unterschiede in den einzelnen Gruppen wurde das Log-Rank-Testverfahren angewendet. Für die Berechnung des Einflusses der Risikofaktoren kam das Cox-Proportional-Hazard-Modell zum Einsatz. Das Signifikanzniveau wurde mit p \leq 0,05 festgelegt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 470 Kronen, 318 Veneers, 213 Onlays und 334 Inlays untersucht. In der Summe ergibt das 1.335 silikatkeramische Restaurationen. Die durchschnittliche Beobachtungsdauer der einzelnen Restaurationen betrug 102 ± 60 Monate. Zum Zeitpunkt der Eingliederung der keramischen Restaurationen lag das Durchschnittsalter der Patienten bei $46,5 \pm 13,1$ Jahren.

Tab. 1 Aufgliederung der Misserfolge (n = 95)

Misserfolg	insgesamt		
	n	%	
Keramik	60	63,2	
Fraktur der Keramik	(32)	(33,7)	
Sprung in der Keramik	(23)	(24,2)	
Chipping	(5)	(5,3)	
Karies	14	14,7	
Notwendige neue Restauration nach endodontischer Versorgung	6	6,3	
Fraktur des Zahnes	4	4,2	
Debonding	3	3,2	
Insuffizienter Randschluss	3	3,2	
Ästhetik (Farbe oder Länge)	3	3,2	
Hypersensibilität	2	2,1	
insgesamt	95	100	

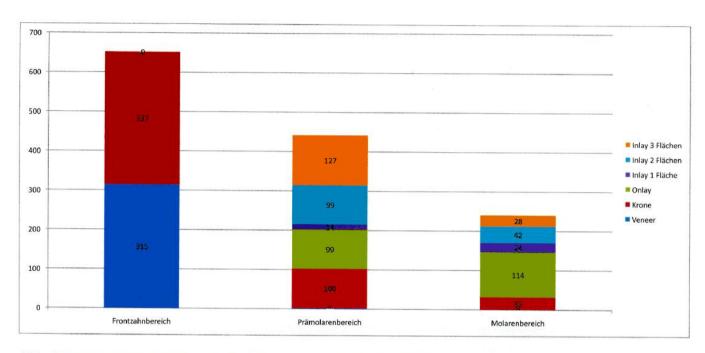


Abb. 3 Lokalisation der silikatkeramischen Restaurationen in der Mundhöhle

Auch die statistische Untersuchung der unterschiedlichen Keramikmaterialien zeigte keinen signifikanten Unterschied. Signifikant geringere Misserfolgsraten waren aber bei der Verwendung des Zementes Variolink im direkten Vergleich zu Optec (p \leq 0,0217) und Dual Cement (p \leq 0,0099) zu finden. Signifikant höhere Fehlerraten wurden bei endodontisch versorgten Zähnen (p < 0,0001) festgestellt.

Abbildung 3 zeigt die Lokalisation der Restaurationen in der Mundhöhle. Insgesamt wurden im Frontzahnbereich 652 (48,8 %), im Prämolarenbereich 442 (33,1 %) und im Molarenbereich 241 (18,1 %) silikatkeramische Restaurationen inseriert. Bei der Betrachtung der Misserfolge in Bezug auf die Lokalisation ergab sich, dass 65 (68,4 %) im Frontzahnbereich, 19 (20 %) im Prämolarenbereich und 11 (11,6 %) im Molarenbereich aufgetreten waren. Die unterschiedlichen Lokalisationen in der Mundhöhle (Frontzahn-, Prämolaren- oder Molarenbereich) zeigten in dieser Untersuchung keine signifikant erhöhten Misserfolgsraten.

Bei 106 Patienten (35,1 %) wurden Folgen von Bruxismus festgestellt. Das Risiko eines Misserfolges

bei Patienten mit Parafunktion (Knirschen) war signifikant erhöht (p = 0,0045) und 2,3-mal so hoch wie bei Patienten ohne Zeichen von Bruxismus.

Alle untersuchten Patienten waren mit ihren keramischen Restaurationen zufrieden (95,9 % sehr gut, 4,1 % gut) und würden bei erneuter Indikationsstellung die Zähne wieder vollkeramisch versorgen lassen.

Diskussion

Die häufigste Ursache für einen Misserfolg war eine Fraktur der Keramik (33,7 %), gefolgt von einem Sprung in der Keramik (24,2 %) (vgl. Tab. 1). Sekundärkaries bildete in 14 Fällen die Ursache für einen Misserfolg. Dies spiegelt auch die Ergebnisse anderer Studien wider^{7,16,17,23}.

In der vorliegenden Untersuchung waren über 80 % der Restaurationen im Frontzahn- und Prämolarenbereich lokalisiert. Die geringe Anzahl der Versorgungen im Molarenbereich mag dafür verantwortlich sein, dass bei der Betrachtung der Lokalisation (Frontzahn-, Prämolaren- oder Molarenbereich) in dieser Untersu-

chung keine signifikant höhere Misserfolgsrate für Molaren festgestellt wurde. Dieses Resultat steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von Fradeani und Redemagni¹⁰, die in ihren Untersuchungen nachweisen konnten, dass bei vollkeramischen Kronen auf Molaren ein höheres Misserfolgsrisiko besteht.

Besonders beim Vorliegen von Bruxismus zeigen Keramikrestaurationen im Molarenbereich erhöhte Misserfolgsraten, weil die Kaukräfte posterior im Gegensatz zum anterioren Bereich größer sind^{4,8,13}. Eine sorgfältige und strenge Indikationsstellung für vollkeramische Kronen auf Molaren ist nach wie vor entscheidend. Insbesondere in Bereichen, wo keine optimale Trockenlegung für die adhäsive Befestigung der silikatkeramischen Krone gegeben ist, muss der Pati-

ent in Richtung einer zementierbaren prothetischen Alternative beraten werden.

In dieser Untersuchung zeigten 106 Patienten (35,1 %) die Folgen von Bruxismus. Das errechnete Risiko eines Misserfolges bei dieser Gruppe war 2,3-mal so hoch wie bei Patienten ohne Parafunktion. Das Ergebnis bestätigt die Vermutung der Autoren, und weitere Untersuchungen in der Klinik konnten sogar zeigen, dass bei Veneerrestaurationen in dieser Patientengruppe das Risiko eines Misserfolges 7,7-mal so groß ist1. In der Innsbrucker Klinik werden Patienten mit Parafunktion ausführlich über das erhöhte Misserfolgsrisiko aufgeklärt und bei Zeichen von Bruxismus mit einer Schutzschiene aus Kunststoff für die Nacht versorgt, um die vollkeramischen Restaurationen und die eigene Zahn-





Abb. 4 Ausgangssituation: Schlussbiss





Abb. 5 Ausgangssituation: Protrusionsbewegung



Abb. 6 Ausgangssituation: Aufsicht Oberkiefer



Abb. 7 Ausgangssituation: Aufsicht Unterkiefer

Abb. 8 Ausgangssituation: durch Bulimie erosiv geschädigte Palatinalflächen



Abb. 9 Ausgangssituation: Seitenansicht rechts



Abb. 10 Ausgangssituation: Seitenansicht links



Abb. 11 Präparation Oberkiefer



Abb. 12 Präparation Unterkiefer



Abb. 13 Präparation Oberkieferfront palatinal



Abb. 14 Präparation Unterkieferfront labial



Abb. 15 Positionierung der Retraktionsfäden vor der Präzisionsabformung



Abb. 16 Chairside gefertigte provisorische Versorgung mit der angestrebten vertikalen Dimension

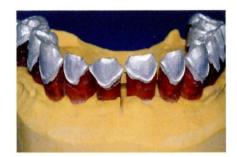


Abb. 17 Gesägtes und getrimmtes Silbermodell des Oberkiefers



Abb. 18 Gesägtes und getrimmtes Silbermodell des Unterkiefers



Abb. 19 Fertiggestellte technische Arbeit mit Zahnfleischmaske im Artikulator





Abb. 21 Veneerrestauration Unterkieferfront lingual



Abb. 22 Keramische Restaurationen vor adhäsiver Befestigung (in einer nicht ganz ernst gemeinten Positionierung)





Abb. 23 Inserierte silikatkeramische Arbeit im Oberkiefer



Abb. 25 Inserierte silikatkeramische



Abb. 24 Inserierte silikatkeramische Arbeit im Unterkiefer





Abb. 27 Inserierte silikatkeramische Arbeit Protrusion

hartsubstanz vor einer Fraktur, einem Sprung oder Chipping zu schützen.

Signifikant höhere Fehlerraten zeigten sich auch bei endodontisch versorgten Zähnen (p < 0,0001). Allgemein sollten Zahnärzte immer bedenken, dass die

Präparation von Zähnen mit dem Risiko des Absterbens der Pulpa verbunden ist²². Der durch die nachträgliche Trepanation notwendige größere Substanzabtrag⁹ kann in einigen Fällen eine Neuanfertigung erforderlich machen.

Arbeit rechts

Zu den Gründen für die insgesamt hohe Erfolgsrate in dieser Untersuchung gehören sicher auch die klinische Arbeit unter universitären Bedingungen und das streng verfolgte Okklusionskonzept zum Ausschluss von Balancekontakten.

Die Abbildungen 4 bis 27 zeigen im Detail eine umfassende silikatkeramische Versorgung bei einer Patientin mit reduzierter vertikaler Relation und durch Bulimie verursachten massiven Substanzdefekten. Im Zuge der prothetischen Versorgung erfolgten nach entsprechender Diagnostik eine Erhöhung der vertikalen Dimension sowie eine Korrektur der Fehlstellung des Zahnes 21 und der bukkalen Nonokklusion 35. Die intakte Metallkeramikkrone an Zahn 47 wurde im Rahmen der prothetischen Bisshebung mit einem Keramikonlay versorgt.

Schlussfolgerungen für die Praxis

Silikatkeramische Restaurationen weisen eine hohe Erfolgsrate mit einer ermittelten Überlebenswahrscheinlichkeit von 93,5 % nach 10 Jahren und von 78,5 % nach 20 Jahren auf. Signifikant höhere Misserfolgsraten zeigten sich beim Vorliegen von Bruxismus und auf devitalen Zähnen. Diese Risiken sollten vor der Versorgung mit dem Patienten besprochen werden. Ein Fokus bei der vollkeramischen Sanierung muss auf der sorgfältigen Adjustierung der Okklusion liegen, um Balancekontakte zu eliminieren. Beim Auftreten erster Anzeichen von Bruxismus sollten die Patienten mit einer Schutzschiene versorgt werden.

Literatur

- 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.
- Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H. Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. Int J Prosthodont 2012;25:70-78.
- Beier US, Kapferer I, Matkulcik M, Dumfahrt H. Klinische Erfahrungen mit silikatkeramischen Restaurationen. Stomatologie 2012;109:19-22.
- Blatz MB. Long-term clinical success of all-ceramic posterior restorations. Quintessence Int 2002;33:415-426.
- Brodbeck UR. Six years of clinical experience with an all-ceramic system. Signature 1995:2-9.
- California Dental Association (CDA). Quality evaluation of dental care. Guidelines for the assessment of clinical quality and performance. Sacramento: CDA, 1995.
- Conrad HJ, Seong W-J, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. J Prosthet Dent 2007;98:389-404.
- Della Bona A, Kelly JR. The clinical success of all-ceramic restorations. J Am Dent Assoc 2008;139(Suppl):8S-13S.

- Donovan TE. Factors essential for successful all-ceramic restorations. J Am Dent Assoc 2008;139(Suppl):14S-18S.
- Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. Quintessence Int 2002;33:503-510.
- Friedman MJ. A 15-year review of porcelain veneer failure – a clinician's observations. Compend Contin Educ Dent 1998;19: 625-628,630,632 passim;quiz 638.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Hillis SL. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2000;83:396-401.
- Kelly JR. Dental ceramics: what is this stuff anyway? J Am Dent Assoc 2008;139 (Suppl):4S-7S.
- Kern M, Kohal RJ, Mehl A et al. Dentalkeramiken – Struktur und Einsatzzweck.
 In: Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (Hrsg). Vollkeramik auf einen Blick. Ettlingen: AG Keramik, 2010:7-9.
- Lindemann W. Dentalkeramiken mineralogisch betrachtet. ZMK 2000;16:280-285.
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the

- permanent dentition. Oper Dent 2004;29:
- Peumans M, de Munck J, Fieuws S, Lambrechts P, Vanherle G, van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. J Adhes Dent 2004;6: 65-76.
- Qualtrough AJ, Piddock V. Ceramics update. J Dent 1997;25:91-95.
- Ryge G. Clinical criteria. Int Dent J 1980;30: 347-358.
- Sjögren G, Lantto R, Granberg A, Sundström BO, Tillberg A. Clinical examination of leucite-reinforced glass-ceramic crowns (Empress) in general practice: a retrospective study. Int J Prosthodont 1999;12:122-128.
- Sjögren G, Lantto R, Tillberg A. Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. J Prosthet Dent 1999; 81:277-284.
- Valderhaug J, Jokstad A, Ambjørnsen E, Norheim PW. Assessment of the periapical and clinical status of crowned teeth over 25 years. J Dent 1997;25:97-105.
- Van Dijken JW, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentinenamel-bonded pressed ceramic coverages. Dent Mater 2010;26:929-939.