
CLINICAL EFFICACY OF CEREC 3 ALL-CERAMIC RESTORATIONS: *A 20-Year History of Peerless Performance*

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung von CEREC-2- und CEREC-3-Inlays

Autoren: Estafan, D.; Dussetschleger, F.; Agosta, C.; Reich, S.

Als Antwort auf die steigende Nachfrage nach ästhetischen Restauration setzen Zahnärzte in zunehmendem Maße bei der Herstellung ihrer Inlays, Onlays, Kronen und Veneers die CAD/CAM-Technologie ein. Diese Studie befasst sich mit der Passgenauigkeit am gingivalen Rand von Inlays, die mit dem CEREC-2- bzw. der neueren CEREC-3-System angefertigt wurden. Der Randschluss bei Inlays, die mit CEREC 3 hergestellt worden waren, war präziser als der bei CEREC-2-Inlays, wobei er sich in beiden Fällen im Rahmen der ADA-Spezifikation von 50 Mikron befand.

Marginale und innere Passgenauigkeit vollkeramischer CEREC-3-CAD/CAM-Kronen

Autoren: Nakamura, T.; Dei, N.; Kojima, T.; Wakabayashi, K.

ZIEL: Mit dieser Studie sollte untersucht werden, wie sich der okklusale Konvergenzwinkel des Abutment und die Klebefugeneinstellung des Computers auf die marginale und innere Passgenauigkeit vollkeramischer CEREC 3 CAD/CAM-Kronen auswirken.

MATERIAL UND METHODIK: Neun vollkeramische Kronen für den zweiten Prämolare (mandibular) wurden mit CEREC 3 angefertigt, und zwar für die drei Abutments mit den Konvergenzwinkeln 4°, 8° und 12°, die jeweils mit den drei Klebefugeneinstellungen 10, 30 und 50 Mikron kombiniert wurden. Die fertigen Kronen wurden auf die Abutments gesetzt und der Randschluss gemessen. Der innere Zwischenraum zwischen Krone und Abutment wurde ebenfalls gemessen unter Verwendung einer Einprobe-Silikonpaste.

ERGEBNIS: Bei einer Klebefugeneinstellung von 10 Mikron war die Randspalte der Kronen größer als

bei 30 oder 50 Mikron. Bei 30 und 50 Mikron betrug der Randschluss zwischen 53 und 67 Mikron. Der okklusale Konvergenzwinkel des Abutment hatte keine Auswirkungen auf den Randschluss. Die inneren Zwischenräume betrugen zwischen 116 und 162 Mikron und verringerten sich tendenziell mit der Verkleinerung des okklusalen Konvergenzwinkels.

SCHLUSSFOLGERUNG: Bei einer Klebefugeneinstellung von 30 Mikron können gut sitzende Kronen mit CEREC 3 angefertigt werden, unabhängig vom okklusalen Konvergenzwinkel des Abutment.

Klinische und elektronenmikroskopische Untersuchung von chairside gefertigten vollkeramischen CAD/CAM-Teilkronen

Autoren: Bindl, A.; Möhrmann, W. H.

In dieser Querschnittsstudie wurde untersucht, wie sich Hardware und Software auf die Qualität vollkeramischer CEREC-Teilkronen auswirken. Zwischen 1993 und 1997 erhielten 496 Patienten adhäsiv befestigte Teilkronen (n = 818), die mit CEREC 1 und CEREC 2 (Gruppe 1 und 2) sowie mit CEREC 2 mit erweiterter Software (Gruppe 3) hergestellt worden waren. Von jeder Gruppe wurden 25 zufällig ausgewählte Teilkronen nach modifizierten USPHS-Kriterien untersucht. Von diesen wurden pro Gruppe 12 Teilkronen zufällig ausgewählt, Abdrücke wurden angefertigt und mittels Rasterelektronenmikroskop hinsichtlich Breite und Integrität der Klebefuge untersucht. Die Klebefugenbreite bei Gruppe 1 (308 +/- 95 Mikron) war bedeutend größer als bei Gruppe 2 (243 +/- 48 Mikron) und Gruppe 3 (207 +/- 63 Mikron). Bei der Integrität der Klebefuge im Grenzbereich Zahn/Komposit und Komposit/Keramik zeigten sich nur geringfügige Unterschiede bei Gruppe 1 (94,5 +/- 8% bzw. 95,5 +/- 2%), Gruppe 2 (98,1 +/- 1% bzw. 97,5 +/- 1,4%) und Gruppe 3 (96,8 +/- 3% bzw. 96,8 +/- 2%). Mit 97% war die klinische Bewertung bei allen Gruppen gut bis sehr gut, was - mit Ausnahme einer Fraktur in Gruppe 1 - auf eine akzeptable Restaurationsqualität schließen lässt.

Klinische Leistung großer vollkeramischer CAD/CAM-Restaurationen nach drei Jahren: eine Pilotstudie

Autoren: Reich, S.M.; Wichmann, M.; Rinne, H.; Shortall, A.

HINTERGRUND: Adhäsiv befestigte vollkeramische Restaurationen konservieren und stabilisieren geschwächte Zahnschmelz, jedoch gibt es bisher kaum Publikationen über die klinischen Ergebnisse großer vollkeramischer Restaurationen.

METHODIK: In dieser Pilotstudie setzten die Autoren bei 26 Patienten 58 große vollkeramische Einzelzahn-Restaurationen ein, die mit Hilfe des CAD/CAM-Systems CEREC 2 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Deutschland) angefertigt worden waren. Des Weiteren wurde die maximale Höhe der Restauration und die restliche Schmelz-Zement-Grenze (CEJ) festgehalten. In 21 Fällen war eine Kofferdam-Isolierung während des Adhäsionsvorgangs nicht möglich. Nach drei Jahren wurden die Restaurationen nach USPHS-Kriterien erneut ausgewertet.

ERGEBNIS: Nach drei Jahren bewerteten die Autoren 56 der 58 Restaurationen, das sind 97%, mit „Bravo“ oder besser hinsichtlich marginaler Integrität, Sekundärkaries (vier konnten diesbezüglich nicht ausgewertet werden), Verfärbungen und anatomischer Gestalt. Eine Restauration wurde aufgrund mangelhafter marginaler Integrität mit „Charlie“ bewertet und eine Restauration musste wegen Fraktur ersetzt werden. Approximalkontakt und Okklusion wurden bei allen Restaurationen mit akzeptabel bis gut bewertet. Wie viel Zahnschmelz am Rande der Kavität verblieben war oder ob ein Kofferdam eingesetzt wurde, hatte keinen statistischen Einfluss (χ^2 test, $P > 0,05$) auf die klinische Leistung der Restaurationen nach drei Jahren.

SCHLUSSFOLGERUNG: Die Neuauswertung nach drei Jahren hat ergeben, dass mit den adhäsiv befestigten vollkeramischen Restaurationen große koronale Defekte erfolgreich restauriert worden waren, und zwar unabhängig davon, ob der Kavitätsrand koronal oder apical zum CEJ lag.

KLINISCHE BEDEUTUNG: Bei großen koronalen Defekten sind zahnfarbene vollkeramische CAD/CAM-Restaurationen eine Alternative zu konventionellen Versorgungen.

Überlebensraten bei CAD/CAM-Kronen (mit und ohne Keramikgerüst) im Frontzahnbereich nach 2-5 Jahren.

Autoren: Bindl, A.; Möhrmann, W.H.

Monokeramische Kronen (Mk II, N = 18) und Keramikgerüst-Kronen (In-Ceram Spinell, n = 18) im Frontzahnbereich wurden mit dem CAD/CAM-System CEREC 2 unter Verwendung von Vitablocs angefertigt und bei 24 Patienten eingesetzt. Alle Kronen wurden nach modifizierten USPHS-Kriterien untersucht und bewertet, und zwar zu Beginn der Untersuchung (Baseline) sowie nach 2-5 Jahren des Gebrauchs. Die Haltbarkeit der Kronen in Bezug auf Bruchfestigkeit wurde nach 44,7 +/- 10,3 Monaten untersucht (Kaplan-Meier). Der Zustand des angrenzenden Zahnfleisches wurde hinsichtlich Plaquebildung und Blutungsverhalten bewertet. Eine Gerüstkrone sowie eine monokeramische Krone waren nach 42,5 Monaten bzw. 12 Monaten gebrochen, was eine Überlebensrate von 91,7% im Fall von In-Ceram Spinell und 94,4% im Fall von Mk II bedeutet; die Differenz war statistisch nicht von Bedeutung. In der Zeit zwischen Baseline- und Folgeuntersuchung gab es bei beiden Kronentypen unbedeutende Rating-Verschiebungen von A nach B, insbesondere in Bezug auf marginale Adaption. Plaquebildung und Blutungsverhalten waren bei beiden Keramikkrontypen gleich, wobei sie in der Folgeuntersuchung eine deutlich geringere Plaquebildung und Blutung aufwiesen als Kontrollzähne. Die klinische Leistung von monokeramischen Kronen wurde gleich der Leistung von keramischen Gerüstkronen befunden.

Prospektive 10-Jahresstudie über CAD/CAM-Keramik-Inlays (CEREC) befestigt mit einem chemisch härtenden bzw. dualhärtenden Komposit

Autoren: Sjogren, G.; Molin, M.; van Dijken, J.W.

ZIEL: Gegenstand dieser Folgestudie war die Leistung von CEREC-Inlays der Klasse II nach zehn Jahren des klinischen Einsatzes.

MATERIAL UND METHODIK: 27 Patienten wurden mit 66 keramischen CAD/CAM-Inlays der Klasse II versorgt. Jeder Patient erhielt mindestens ein Inlay, das mit einem dualhärtenden Komposit adhäsiv befestigt wurde, und ein Inlay, das mit einem chemisch härtenden Komposit befestigt wurde. Nach zehn Jahren standen 25 Patienten (93%) mit 61 Inlays (92%) zur Auswertung zur Verfügung, die nach

leicht abgewandelten USPHS-Kriterien vorgenommen wurde.

ERGEBNIS: 54 der 61 erneut untersuchten Inlays (89%) waren nach 10 Jahren noch immer funktionsfähig. Sieben Inlays (11%) mussten in dem Zeitraum ersetzt werden aufgrund von kompletter Fraktur (4), Höckerfraktur (1), endodontischen Problemen (1) sowie postoperativer Symptomatik (1). Sämtliche ersetzten Inlays waren mit einem dualhärtendem Komposit befestigt worden. Die Frakturen waren allesamt molare Inlays gewesen. Die geschätzte Überlebensrate nach zehn Jahren betrug 89%, 77% bei den Inlays, die mit einem dualhärtenden Komposit befestigt worden waren, und 100% bei denen, die mit einem chemisch härtenden Komposit befestigt worden waren. Die Differenz war statistisch von Bedeutung.

SCHLUSSFOLGERUNG: Patientenzufriedenheit und -akzeptanz bezüglich der CEREC-Inlays waren hoch und die Leistung nach 10 Jahren des klinischen Gebrauchs war akzeptabel, insbesondere diejenigen Inlays betreffend, die mit einem chemisch härtenden Komposit befestigt worden waren. Die Eigenschaften des Befestigungskomposits scheinen Einfluss auf die Lebensdauer des untersuchten Kronentyps zu haben.

Stabilisierung durch keramische CAD/CAM-Restaurationen bei ausgedehnten MOD-Kavitäten

Autoren: Mehl, A.; Kunzelmann, K.H.; Folwaczny, M.; Hickel, R.

ZIEL: In dieser In-vitro-Studie wurde in Bezug auf ausgedehnte, standardisierte MOD-Präparationen die Haltbarkeit keramischer CAD/CAM Inlays im Vergleich zu Komposit-Inlays nach mechanischer und thermischer Dauerbeanspruchung hinsichtlich Randschluss und Stabilisierung der verbleibenden Zahnschubstanz untersucht.

MATERIAL UND METHODIK: Standardisierte Kavitäten mit unterschiedlicher Wandstärke wurden an 90 extrahierten Prämolaren präpariert; zehn weitere Prämolare blieben unbehandelt. Komposit-Inlays (Tetric) und CAD/CAM-Restaurationen (CEREC 2, Vita Mark II) wurden in die Kavitäten adhäsiv eingefügt. Nach der Beanspruchung durch den Kausimulator wurden quantitative und qualitative Randschlussuntersuchungen vorgenommen sowie die Bruchfestigkeit bestimmt.

ERGEBNIS: Keramische Inlays liefern eine bedeutend größere Stabilität sowie einen besseren Randschluss als Komposit-Inlays.

SCHLUSSFOLGERUNG: Chairside gefertigte Keramik-Inlays, die mittels Adhäsiv-Technik befestigt werden, können geschwächte Zahnhöcker stabilisieren. Bei sehr dünner Restwandstärke (ca. 1,3 mm) ist die Randschlussqualität und der Stabilisierungseffekt jedoch ebenfalls reduziert.

Bruchfestigkeit von Molaren nach adhäsiver Restauration mit Keramik-Inlays bzw. harzbasierten Komposit-Materialien

Autoren: Bremer, B. D.; Geurtsen, W.

ZIEL: Untersuchung der Bruchfestigkeit von Zähnen nach der Versorgung mit verschiedenen adhäsiven Restaurationstypen.

MATERIAL UND METHODIK: 50 extrahierte, kariesfreie menschliche Molare wurden zufällig in fünf Gruppen zu je zehn Zähnen aufgeteilt. Bei 40 Molaren wurden MOD-Kavitäten mit einer Breite von 50% des Höckerabstands in faziolinguale Richtung präpariert. Die Kavitäten wurden mit folgenden Materialien gefüllt: keramische Inlays (CEREC bzw. IPS Empress), harzbasierte Komposit-Restaurationen (Arabesk bzw. Charisma F). Die zehn Molare aus der Kontrollgruppe waren intakt und nicht präpariert. Alle 50 Zähne wurden in der Zugversuchsmaschine okklusal belastet bis zur Fraktur. Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe von ANOVA, Kolmogorov-Smirnov-Test, Scheffe-Test und Boxplots durchgeführt.

ERGEBNIS: Es gab keinen bedeutenden Unterschied ($P > 0,05$) zwischen dem Mittelwert der unpräparierten Zähne (2.102 N) und dem der Zähne, die mit keramischen CEREC-Inlays versorgt worden waren (2.139 N). Ein entscheidender Unterschied ($P < 0,05$) zeigte sich jedoch zwischen diesen beiden Gruppen und den Zähnen, die mit keramischen IPS Empress-Inlays (1.459 N) bzw. harzbasierten Arabesk-Kompositrestaurationen (1.495 N) versorgt worden waren. Zwischen letzteren beiden Gruppen wurden keine bedeutenden Unterschiede festgestellt. Bei Molaren, die mit Charisma-F-Kompositrestaurationen präpariert worden waren (1.562 N), zeigten sich im Vergleich mit allen anderen Gruppen, inkl. der Kontrollgruppe, keine signifikanten Unterschiede ($P > 0,05$). Eine molare Stabilisierung mit Hilfe von adhäsiven Restaurationen in Form einer „innere Schienung“ ist möglich, unabhängig vom eingesetzten Restaurationmaterial.

Strukturelle Zuverlässigkeit bei aluminiumoxid-, feldspat-, leuzit-, glimmer- und zirkoniabasierter Keramik

Autoren: Tinschert, J.; Zwez, D.; Marx, R.; Anusavice, K.J.

ZIEL: In dieser Studie wurde untersucht, ob industriell gefertigte Keramiken wie zum Beispiel CEREC Mark II und Zirconia-TZP geringere Abweichungen bei der Bruchfestigkeit und damit eine bessere strukturelle Zuverlässigkeit aufweisen als laborgefertigte Dentalkeramiken.

METHODIK: Pro Material wurden 30 riegelförmige Proben angefertigt und getestet. Im Vierpunkt-Biegeversuch wurde die Biegebruchfestigkeit bei allen Materialien getestet. Die Bruchspannung wurde mit Hilfe der Weibull-Analyse untersucht zur Bestimmung der Weibull-Modulwerte (m) sowie der 1- und 5-prozentigen Bruchwahrscheinlichkeit.

ERGEBNIS: Die durchschnittlichen Werte für Stärke und Standardabweichung bei diesen Keramiken waren wie folgt (Mpa+/-SD): CEREC Mark II: 86,3+/-4,3; Dicor: 70,3+/-12,2; In-Ceram Alumina: 429,3+/-87,2; IPS Empress: 83,9+/-11,3; Vitadur Alpha Core: 131,0+/-9,5; Vitadur Alpha Dentin: 60,7+/-6,8; Vita VMK 68: 83,7+/-10,0 und Zirconia-TZP: 913,0+/-50,2. Es gab keinen statistisch bedeutenden Unterschied in Bezug auf die Biegebruchfestigkeit zwischen den Materialien CEREC Mark II, Dicor, IPS Empress, Vitadur Alpha Dentin und Vita VMK 68 ($p > 0,05$). Die höchsten Weibull-Modulwerte lagen bei den Keramiken CEREC Mark II und Zirconia-TZP vor (23,6 bzw. 18,4). Dicor Glaskeramik und In-Ceram Alumina hatten die niedrigsten Modulwerte (5,5 bzw. 5,7), wohingegen die Keramiken IPS-Empress, Vita VMK 68, Vitadur Alpha Dentin und Vitadur Alpha Core mit 8,6, 8,9, 10,0 bzw. 13,0 im mittleren Bereich lagen.

SCHLUSSFOLGERUNG: Mit Ausnahme der Gerüstkeramiken In-Ceram Alumina, Vitadur Alpha und Zirconia-TZP waren die meisten der untersuchten laborgefertigten Keramiken nicht stärker bzw. strukturell zuverlässiger als Vita VMK 68 Veneer-Porzellan. Lediglich die CEREC-Mark-II- und Zirconia-TCP-Proben, die aus einem industriell optimierten Keramikmaterial angefertigt worden waren, zeigten Modulwerte über 18. Daher kann geschlossen werden, dass industriell gefertigte Keramiken die strukturell zuverlässigeren Materialien für dentale Anwendungen sind, auch wenn durch CAD/CAM-Prozesse Mängel an und unterhalb der Oberflächen entstehen können, die diese Eigenschaft nachteilig beeinflussen.

Auswirkungen von Oberflächen-Finish und Dauerbeanspruchung auf die Bruchfestigkeit von CAD/CAM-Kronen und Presskeramikronen

Autoren: Chen, H.Y.; Hickel, R.; Setcos, J.C.; Kunzelmann, K.H.

HINTERGRUND: Molarkronen aus Vollkeramik können unter Verwendung verschiedener Materialien mit Hilfe von CAD/CAM sowie konventionellen Labormethoden gefertigt werden. Die Kronen weisen entweder eine polierte oder eine glasierte Oberfläche auf.

ZIEL: In dieser In-vitro-Studie wurde die Bruchfestigkeit verschiedener Vollkeramik-Kronen mit und ohne vorherige zyklische Belastung untersucht.

MATERIAL UND METHODIK: Standardisierte Molarkronen, die mit Hilfe des CAD/CAM-Systems CEREC 2 gefertigt wurden, das mit Software und den bearbeitungsfähigen Keramiken Vita Mark II und ProCAD arbeitet, sowie konventionelle IPS-Empress-Presskeramikronen, die in zwei Dental-laboren hergestellt wurden. Von jedem Material wurden 40 Kronen angefertigt, entweder mit poliertem oder glasiertem Oberflächen-Finish. Jeweils die Hälfte der Gruppe wurde einer zyklischen Belastung unter Simulation oraler Bedingungen ausgesetzt. Danach wurden sämtliche Kronen belastet bis zur Fraktur.

ERGEBNIS: Die Bruchbelastung bei den polierten ProCAD-Kronen ohne vorherige zyklische Belastung war mit 2.120 +/- 231 N bedeutend höher als bei den polierten Vita-Mark-II-Kronen (1.905 +/- 235 N), jedoch nicht bedeutend anders als bei zwei laborgefertigten Empress-Kronen. Glasieren von ProCAD-Kronen verbesserte die Bruchfestigkeit entscheidend, bis zu 2.254 +/- 186 N. Vorherige zyklische Belastung verminderte die Stärke aller getesteten Kronen beträchtlich, allerdings bei den CEREC-Kronen in geringerem Ausmaß als bei den Empress-Kronen.

SCHLUSSFOLGERUNG: Die CEREC-ProCAD-Kronen zeigten eine bedeutend höhere Stärke gegenüber den Vita-Mark-II-Kronen sowie eine bessere Beständigkeit bei zyklischer Belastung und eine geringere Fehlerwahrscheinlichkeit als die laborgefertigten IPS-Empress-Kronen. Vorherige zyklische Belastung verminderte die Stärke der vollkeramischen Kronen, allerdings in geringerem Ausmaß bei den CEREC-Kronen als bei den IPS-Empress-Kronen. Glasierte ProCAD-Kronen wiesen eine bedeutend höhere Stärke und Beständigkeit gegen zyklische Belastung auf als polierte.

Abnutzung des natürlichen Zahnschmelzes in Verbindung mit vier verschiedenen Dentalkeramiken sowie Gold

Autoren: Al-Hiyasat, A.S.; Saunders, W.P.; Sharkey, S.W.; Smith, G.M.; Gilmour, W.H.

ZIEL: In dieser In-vitro-Studie wurde die Abnutzung des natürlichen Zahnschmelzes in Verbindung mit Aluminiumoxid-Keramik, adhäsiv befestigter Keramik, niedrig schmelzender hydrothermaler Keramik, bearbeitungsfähiger Feldspat-Keramik sowie Goldguss untersucht.

METHODE: Fünfzig Zahnpaare jeweils bestehend aus einer natürlichen und einer künstlichen Zahnprobe wurden in einer Zahnabnutzungsmaschine bei einer Standardbelastung von 40 N (80 Zyklen pro Minute) sowie für 25.000 Zyklen in destilliertem Wasser getestet. Der Grad der Abnutzung wurde durch Messung der Zahnhöhe sowie der Spurentiefe im Restaurationsmaterial bestimmt.

ERGEBNIS: Zwischen den Gruppen zeigten sich bedeutende Unterschiede in der Abnutzung sowohl beim Zahnschmelz als auch bei den künstlichen Materialien ($p < 0,001$). In Anschlussvergleichen (Signifikanzniveau [CI] 95%) wurde deutlich, dass Gold bedeutend weniger Zahnschmelzabnutzung verursacht als alle Keramiken im Test. Der Grad der Zahnschmelzabnutzung in den Gruppen „Aluminiumoxid-Keramik“ und „adhäsiv befestigte Keramik“ war bedeutend höher als bei den Gruppen „hydrothermale Keramik“ und „bearbeitungsfähige Keramik“.

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Abnutzungen, die durch die Aluminiumoxid-Keramik und die adhäsiv befestigte Keramik verursacht wurden, und auch nicht zwischen den Abnutzungen, die durch die hydrothermale Keramik und die bearbeitungsfähige Keramik verursacht wurden. Des Weiteren war die Abnutzung bei der Aluminiumoxid-Keramik und der adhäsiv befestigten Keramik bedeutend größer im Vergleich zur Abnutzung bei der hydrothermalen Keramik, bei der bearbeitungsfähigen Keramik und beim Gold. Es zeigte sich kein bedeutender Abnutzungsunterschied zwischen Aluminiumoxid-Keramik und adhäsiv befestigter Keramik, hydrothermaler Keramik und bearbeitungsfähiger Keramik oder bearbeitungsfähiger Keramik und Gold, wobei die hydrothermale Keramik eine deutlich stärkere Abnutzung aufwies als Gold.

SCHLUSSFOLGERUNG: Es lässt sich schlussfolgern, dass die hydrothermale und die bearbeitungsfähige Keramik bedeutend weniger abrasiv und viel beständiger gegen Abnutzung waren als die konventionellen Aluminiumoxid- und adhäsiv befestigten Keramiken. Gold war das am wenigsten abrasive Material und am widerstandsfähigsten gegen Abnutzung, wobei der Unterschied in Bezug auf die Abnutzung zwischen der bearbeitungsfähigen Keramik und Gold statistisch nicht von Bedeutung war.