

Vollkeramische Suprakonstruktionen im Frontzahnbereich: Chance oder Risiko?

Indizes

Zirkonoxid, Abutment, Implantat, Ästhetik, klinische Bewährung

Zusammenfassung

Der Einsatz von Zirkonoxidabutments für Einzelzahnversorgungen ist bislang durch klinische Studien mit Beobachtungszeiträumen von bis zu 5 Jahren dokumentiert und abgesichert. Es fehlen jedoch Daten zu Brückenversorgungen auf vollkeramischen Abutments, so dass diese Indikation derzeit noch nicht generell empfohlen werden kann. Auf der Basis der bislang publizierten klinischen Studien ist zudem davon auszugehen, dass das Behandlungsergebnis durch den Einsatz vollkeramischer Abutments im Frontzahnbereich verbessert werden kann, insbesondere wenn eine reduzierte Dicke der periimplantären Weichgewebe (< 2 mm) vorliegt. Zirkonoxidabutments für Einzelzahnversorgungen können sowohl mit glaskeramischen Kronen auf Lithiumdisilikatbasis als auch mit Kronen mit oxidkeramischen Gerüsten (Aluminium- oder Zirkonoxid) versorgt werden. Sofern eine adhäsive Zementierung durchgeführt wird, ist auf ein sicheres Entfernen der Zementüberschüsse zu achten. Für Suprakonstruktionen auf der Basis von Zirkonoxidkeramiken kann eine bedingte Abnehmbarkeit durch provisorische Zementierung oder Verschraubung direkt verblendeter Abutments erreicht werden. Dennoch sollten vor einer generellen Empfehlung der provisorischen Zementierung oder auch der Verschraubung vollkeramischer Suprakonstruktionen noch weitere Daten aus klinischen Untersuchungen abgewartet werden.

Einleitung

Implantatgestützte Einzelzahnversorgungen haben sich als erfolgssicheres Therapiemittel mit hohen Überlebensraten für Implantate und Suprakonstruktionen bewährt. In einer systematischen Übersichtsarbeit¹⁷ wurde für Einzelzahnimplantate eine 10-Jahres-Überlebensrate von 97,2 % ermittelt. Implantatgestützte Einzelkronen (1,12 %) zeigten zudem ähnliche jährliche Fehlerraten wie konventionelle Brücken (1,14 %)². Verluste der Suprakonstruktion sind im Wesentlichen auf Schraubenlockerungen, Retentionsverluste oder Frakturen der Verblendkeramik zurückzuführen. Technische Komplikationen an den bislang überwiegend verwendeten Titanabutments beschränken sich zumeist auf Lockerungen der Abutmentschraube, welche mit einer



Sven Rinke

Priv.-Doz. Dr. med. dent.,
M.Sc., M.Sc.

Überbezirkliche Berufsausübungsgemeinschaft
Priv.-Doz. Dr. Rinke, Dr. Jablonski & Kollegen
Geleitstraße 68
63456 Hanau
E-Mail: rinke@ihr-laecheln.com

Häufigkeit von 5,1 % innerhalb einer 5-jährigen Beobachtungszeit zu erwarten sind. Frakturen metallischer Implantatabutments stellen demgegenüber ein sehr seltenes Ereignis dar. Sie sind mit einer Inzidenz von 0,3 % innerhalb eines 5-Jahres-Beobachtungszeitraums zu erwarten^{17,21}.

Bei einer isolierten Auswertung von Studien zu Implantaten im Frontzahnbereich konnten unter Berücksichtigung von 27 Arbeiten mit mehr als 900 Restaurationen keine Frakturen metallischer Abutments ermittelt werden⁶. Allerdings liegt ein potenzieller Nachteil der Metallabutments in ihrer grauen Farbe. Eine Verfärbung der periimplantären Mukosa kann zu ästhetischen Beeinträchtigungen führen. Ferner kommt es bei einer Rezession der Weichgewebe unter Umständen zu einer ästhetisch störenden Exposition der metallischen Anteile des Titanabutments (Abb. 1). Aus diesem Grund ist trotz der Stabilität dieser Abutments ein Einsatz in ästhetisch anspruchsvollen Bereichen, insbesondere bei einer dünnen periimplantären Mukosa, nicht optimal. Dementsprechend sind in systematischen Übersichtsarbeiten ästhetische Beeinträchtigungen durch sichtbare metallische Implantatkomponenten oder Farbveränderungen mit einer Häufigkeit von 6,6 bis 7,1 % dokumentiert^{17,21}. In diesem Zusammenhang stellt sich natürlich die Frage, ob derartige Komplikationen durch



Abb. 1 Ästhetische Beeinträchtigung durch Exposition des metallischen Abutments nach Rezession der periimplantären Weichgewebe

die Verwendung metallfreier Implantatkomponenten vermieden werden können^{13,23}.

Als Alternative wurden keramische Abutments entwickelt, die zunächst aus Aluminiumoxid bestanden^{19,21}. Klinische Studien mit einem Beobachtungszeitraum von 1 bis 5 Jahren haben gezeigt, dass das periimplantäre Weichgewebe im Bereich um Aluminiumoxidabutments stabil ist^{3,4,24}. Zudem kann mit diesen Abutments aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit der natürlichen Zahnfarbe ein ästhetischeres Behandlungsergebnis erzielt werden, als es mit Titanabutments möglich ist. Allerdings wird in den klinischen Studien auch über Frakturen von Aluminiumoxidabutments berichtet. Im Frontzahn- und im Prämolarenbereich dokumentierten *Andersson et al.*⁴ bei Einzelkronen auf Aluminiumoxidabutments eine Überlebensrate von 93 bis 100 % über Beobachtungszeiträume von 1 bis 3 Jahren. Obgleich diese Abutments sowohl in biologischer als auch in ästhetischer Hinsicht zu guten Behandlungsergebnissen führen, ist offensichtlich, dass sie während der Bearbeitung im Dentallabor und nach der definitiven Befestigung ein Frakturrisiko bergen.

Später wurden auch Abutments aus Zirkonoxid hergestellt³⁰, die in zahlreichen Laboruntersuchungen eine deutlich höhere statische und dynamische Festigkeit als Aluminiumoxidabutments aufweisen^{19,21}. Mit zunehmender Etablierung dentaler CAD/CAM-Verfahren wurde in einer späteren Phase auch die Herstellung individueller vollkeramischer Abutments möglich. Aus den vorliegenden Ergebnissen von Tierversuchen und humanhistologischen Untersuchungen kann geschlossen werden, dass Zirkonoxid als Material für dentale Implantatabutments hinsichtlich der Biokompatibilität ebenso gut geeignet ist wie Titan, wobei Zirkonoxid eine geringere Tendenz zu einer oberflächlichen bakteriellen Plaqueakkumulation zu haben scheint^{9,27}.

Um ein möglichst optimales ästhetisches Behandlungsergebnis zu erzielen, erfolgt die Anwendung vollkeramischer Abutments in Kombination mit vollkeramischen Kronen oder Brücken (Abb. 2 und 3). Vor dem Hintergrund der beständigen Indikationsausweitung vollkeramischer Restaurationen stellt sich natürlich auch die berechtigte Frage nach der Erfolgssicherheit derartiger vollkeramischer Suprakonstruktionen.



Abb. 2 Versorgung einer Einzelzahnücke im Eckzahnbereich mit einem konfektionierten vollkeramischen Abutment



Abb. 3 Klinische Situation 5 Jahre nach Eingliederung der verblendeten Kronen aus einer Zirkonoxidkeramik

Studien zur klinischen Bewährung vollkeramischer Abutments

In zwei systematischen Übersichtsarbeiten^{19,21} wurden die verfügbaren Studien zu vollkeramischen Abutments im Vergleich zu metallischen Abutments evaluiert. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass diese Daten aus fünf Studien mit insgesamt 166 keramischen Abutments und 18 Studien mit insgesamt 4.807 metallischen Abutments zusammengetragen wurden. Darüber hinaus wurden die keramischen Abutments über einen Zeitraum von 3,7 Jahren nachuntersucht, während der Nachuntersuchungszeitraum für die Metallabutments 4,8 Jahre betrug. Eine Fraktur eines Keramik- oder Metallabutments trat nur selten und auch nur in Fällen mit Aluminiumoxidabutments auf. Die kumulative Inzidenz nach 5 Jahren betrug 0,3 %, wobei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Abutmenttypen festgestellt werden konnten. Die Überlebensrate nach 5 Jahren lag für Keramikabutments (Aluminium- und Zirkonoxid) bei 99,1 % (95 %-Konfidenzintervall [KI]: 93,8 bis 99,9 %). Interessanterweise war die Rate für einen Knochenabbau von mehr als 2 mm bei den Implantaten auf Metallabutments höher (3,9 %; 95 %-KI: 1,7 bis 8,7 %) als bei Implantaten auf einem keramischen Abutment (0 %; 95 %-KI: 1,7 bis 8,7 %). Im Hinblick auf die metallischen Abutments

wurde häufiger über eine mangelnde Ästhetik des Behandlungsergebnisses berichtet. Ästhetische Probleme traten bei 0 % (95 %-KI: 0 bis 11,3 %) der Keramikabutments, aber immerhin bei 6,6 % (95 %-KI: 2 bis 22,4 %) der Metallabutments auf.

In einer weiteren Übersichtsarbeit⁶ wurde die klinische Bewährung metallischer und keramischer Implantataufbauten im Frontzahnbereich unter Einbeziehung von 951 Restaurationen aus 27 Studien evaluiert. Während für Titanabutments keine Frakturen dokumentiert werden konnten, betrug die Frakturrate der Aluminiumoxidabutments 0,85 % und der Zirkonoxidabutments 0,3 % (Abb. 4). Bei der Bewertung dieser Ergebnisse sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die bislang vorliegenden Studien zu Zirkonoxidabutments überwiegend Beobachtungszeiträume von weniger als 5 Jahren aufweisen und ausschließlich Einzelzahnrestorationen erfassen. Die Eignung individueller Zirkonoxidabutments für durchmesserreduzierte Implantate mit konischer Verbindung (Astra MicroThread und Straumann Narrow Neck) konnte in einer neueren prospektiven Studie über einen Zeitraum von 5 Jahren mit einer Implantat- und Abutmentüberlebensrate von 100 % dokumentiert werden²⁹.

Neben der klinischen Bewährung wurden auch potenzielle ästhetische Vorteile der Anwendung vollkeramischer Abutments in klinischen Studien mittels

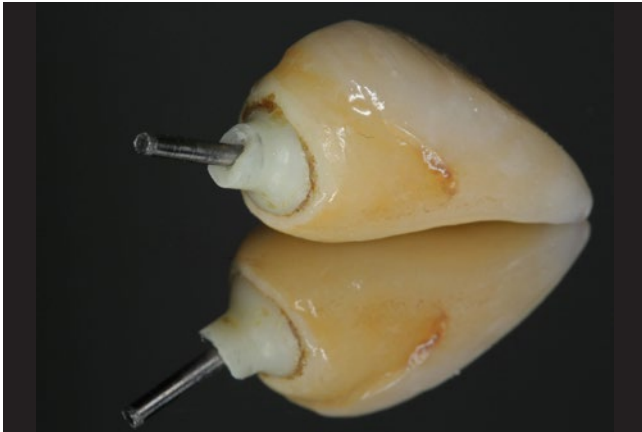


Abb. 4 Die Fraktur eines vollkeramischen Abutments aus einer Zirkonoxidkeramik stellt ein seltenes Ereignis bei der Anwendung für Einzelzahnversorgungen im Frontzahnbereich dar



Abb. 5 Die Verwendung zahnfarbener vollkeramischer Abutments führt im Fall einer Rezession der Weichgewebe im Vergleich zu Titanabutments nur zu einer geringgradigen ästhetischen Beeinträchtigung

spektroskopischer Verfahren und durch visuelle Beurteilung untersucht. Drei klinische Studien^{7,14,16} eruierten die Farbveränderungen der periimplantären Weichgewebe nach Insertion metallischer und vollkeramischer Abutments mittels farbspektrometrischer Messverfahren. Beim Vergleich mit der Weichgewebssituation an natürlichen Nachbarzähnen konnte nachgewiesen werden, dass die vollkeramischen Abutments signifikant geringere Farbänderungen als Titanabutments induzierten. Demgegenüber wurde in einer weiteren klinischen Studie kein signifikanter Einfluss des Abutmentmaterials auf den Grad der Verfärbung ermittelt³¹. In einer fünften klinischen Studie, ebenfalls unter Verwendung eines spektroskopischen Messverfahrens, konnte festgestellt werden, dass die Farbveränderungen durch Titan- und Zirkonoxidabutments für das menschliche Auge nicht mehr zu unterscheiden sind, sobald die periimplantären Gewebe eine Dicke von mehr als 2 mm erreichen²⁸. Auch im Rahmen einer visuellen Beurteilung durch die Behandler zeigte sich bei der Verwendung vollkeramischer Abutments eine geringere Tendenz für eine Verfärbung der periimplantären Weichgewebe¹⁵.

Klinische Relevanz

Der Einsatz von Zirkonoxidabutments für Einzelzahnversorgungen ist bislang durch klinische Studien mit Beobachtungszeiträumen von bis zu 5 Jahren dokumentiert und abgesichert. Es fehlen jedoch Daten zu Brückenversorgungen auf vollkeramischen Abutments, so dass diese Indikation derzeit noch nicht generell empfohlen werden kann. Auf der Basis der bisher publizierten klinischen Studien ist zudem davon auszugehen, dass das Behandlungsergebnis durch den Einsatz vollkeramischer Abutments im Frontzahnbereich verbessert werden kann, insbesondere wenn eine reduzierte Dicke der periimplantären Weichgewebe (< 2 mm) vorliegt. Darüber hinaus sind bei vollkeramischen Abutments im Fall einer Rezession der periimplantären Weichgewebe geringere ästhetische Komplikationen zu erwarten als bei Titanabutments (Abb. 5).

Herstellungstechniken für Zirkonoxidabutments

Bei den vollkeramischen Zirkonoxidabutments kann man drei verschiedene Ausführungsformen unterscheiden:



Abb. 6 Versorgung von zwei Frontzahnimplantaten mit konfektionierten vollkeramischen Abutments. Die Abutmentform weicht stark von der Form eines präparierten Frontzahnes ab und bietet nur wenig Unterstützung für die periimplantären Weichgewebe



Abb. 7 Konventionell zementierte Kronen aus Zirkonoxidkeramik nach einer Verweildauer von 4 Jahren

1. konfektionierte Abutments, die rein aus Zirkonoxid gefertigt wurden und als einzigen metallischen Anteil eine zentrale Halteschraube enthalten;
2. individuell mit CAD/CAM-Verfahren rein aus Zirkonoxid gefertigte Abutments;
3. zweiteilige Zirkonoxidabutments, bei denen die Implantatverbindung über eine metallische Abutmentbasis hergestellt wird, welche anschließend mit einem individuell gefertigten Zirkonoxidaufbau verklebt wird.

Konfektionierte Zirkonoxidabutments werden bereits seit mehreren Jahren klinisch angewendet. Während die ersten Zirkonoxidabutments ausschließlich in einer weißen Farbe verfügbar waren (Abb. 6 und 7), gibt es heutzutage auch eingefärbte Zirkonoxidabutments, die mit einer dentinähnlichen Farbe die optimale Grundlage für eine vollkeramische Suprakonstruktion bieten.

Konfektionierte vollkeramische Abutments eignen sich insbesondere für klinische Situationen, in denen mit den konfektionierten Abutmentformen bereits eine weitgehend optimale Pfeilergeometrie für die spätere prothetische Versorgung erreicht wird und nur noch ein

geringgradiges Beschleifen der Abutments erforderlich ist. Bei der Nachbearbeitung des Aufbaus muss beachtet werden, dass ein Beschleifen des Zirkonoxidaufbaus nur mit wassergekühlten Diamantinstrumenten erfolgen darf, da es anderenfalls zu einer Schädigung des teilstabilisierten Zirkonoxids mit einer Reduktion der Dauerfestigkeit kommen kann. Grundsätzlich sind Nachbearbeitungen auf ein Minimum zu beschränken. Vor allem ist darauf zu achten, dass an den Zirkonoxidaufbauten eine minimale Wandstärke von 0,5 bis 0,7 mm nicht unterschritten wird. Dies gilt insbesondere für angulierte einteilige Abutments, die eine geringere Bruchfestigkeit als gerade Abutments aufweisen¹ (Abb. 8 bis 11).

Für ein optimales ästhetisches Behandlungsergebnis ist eine Abstützung der individuell ausgeformten periimplantären Weichgewebe wichtig. Hier besteht insofern eine Limitation konfektionierter Abutments, als die vorgegebenen Größen nicht immer optimal an die individuelle Form der Weichgewebe angepasst werden können. Ferner lässt sich die Lage der Präparationsgrenze für die spätere Suprakonstruktion nicht in jedem Fall an den Verlauf des marginalen Gingivasaums anpassen. Unter dem Gesichtspunkt einer guten Ästhetik mit unsichtbaren Kronen und einer gleichzeitig

PROTHETIK

Vollkeramische Suprakonstruktionen im Frontzahnbereich: Chance oder Risiko?



Abb. 8a und b Mittels eines Langzeitprovisoriums gut ausgeformte Weichgewebssituation 12 Wochen nach der Freilegung



Abb. 9 Abformung mit einem verschraubten Transferpfosten und einem Polyvinylsiloxan (Aquasil Ultra XLV, Aquasil Monophase, Fa. Dentsply DeTrey, Konstanz) in der Doppelmischtechnik

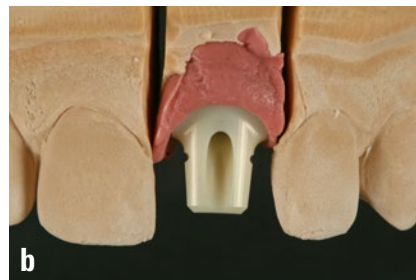


Abb. 10a bis c In diesem Fall kann das konfektionierte dentinfarbene Zirkonoxidabutment (Cercon Balance, Fa. Dentsply Implants, Mannheim) mit nur geringgradiger Nachbearbeitung gut an die Lücken- und Weichgewebssituation angepasst werden



Abb. 11a und b Behandlungsergebnis nach Eingliederung der vollkeramischen Suprakonstruktion

einfachen Entfernung von Zementresten sollte die Präparationsgrenze ca. 1 mm unterhalb des Randes der marginalen Gingiva verlaufen. Individuell gefertigte Abutments bieten hier den Vorteil, dass sie hinsichtlich der Abstützung der Weichgewebe und des leicht subgingivalen Verlaufs der Präparationsgrenze individuell an die Weichgewebssituation angepasst werden können.

In den Fällen, in denen ausgeprägte Angulationen ein massives Beschleifen des Abutments erforderlich machen würden, oder aber für den Fall, dass die Form des konfektionierten Aufbaus stark von derjenigen der natürlichen Pfeilergometrie und des ausgeformten Weichgewebssprofils abweicht, sollten individuell gefertigte Vollkeramikaufbauten eingesetzt werden. Für die Herstellung individueller vollkeramischer Zirkonoxidaufbauten existieren unterschiedliche Techniken. Einteilige individuelle Zirkonoxidaufbauten können aufgrund der komplexen Anschlussgeometrie nur mit CAD/CAM-Verfahren unter Einbeziehung einer zentralen Fertigung mit ausreichender Präzision hergestellt werden. Zahlreiche dentale CAD/CAM-Systeme erlauben heute auf der Basis eines digitalen Datensatzes (Modellscan oder digitale Abformung) die Konstruktion individueller Keramikabutments im Dentallabor (Abb. 12 bis 15). Die CAD-Daten werden anschließend zur Produktion an eine zentrale Fertigungseinrichtung

gesandt. Abgesehen davon sind auch Herstellungsvarianten im Angebot, bei denen der Anwender lediglich das Arbeitsmodell zur Fertigung eines Abutments einsenden muss (z. B. Atlantis, Fa. Dentsply Implants, Mannheim). Nach Eintreffen des Meistermodells wird zunächst per E-Mail ein Designvorschlag für das zu fertigende Abutment versandt. Mittels eines Betrachtungsprogramms kann der Anwender dann das Design des Aufbaus prüfen und ggf. Änderungen in Auftrag geben. Nach der Freigabe des Designs erfolgen die Fertigung des individuellen Aufbaus und die Rücksendung zusammen mit dem Arbeitsmodell (Abb. 16 und 17).

Abb. 12 Nach 12-wöchiger Tragedauer eines Langzeitprovisoriums sind die periimplantären Weichgewebe gut ausgeformt, so dass mit der definitiven prothetischen Versorgung unter Verwendung eines individuellen Abutments begonnen werden kann



PROTHETIK

Vollkeramische Suprakonstruktionen im Frontzahnbereich: Chance oder Risiko?

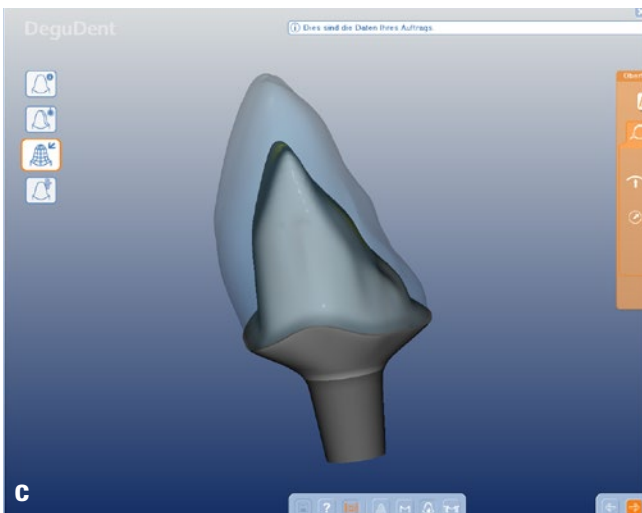
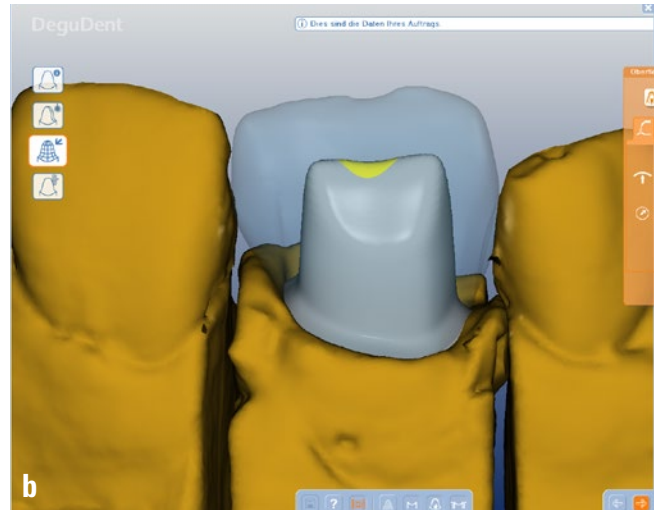
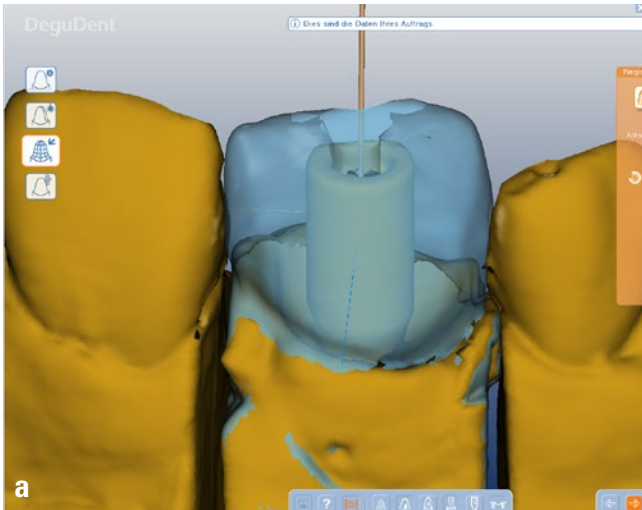


Abb. 13a bis c Nach der Herstellung des Arbeitsmodells und dem Scan mit einem Referenzkörper kann das Abutment mit einer CAD-Software (Cercon Art 3.3, Fa. DeguDent, Hanau) konstruiert werden. Die Produktion des einteiligen Abutments erfolgt dann in einem zentralen Fertigungszentrum



Abb. 14 Eingegliedertes einteiliges Zirkonoxid-abutment. Es wurde eine gute Anpassung an die zahnalog ausgeformte Weichgewebssituation erreicht. Die nur leicht subgingivale Lage der Präparationsgrenze erleichtert ein späteres Entfernen der Zement-überschüsse

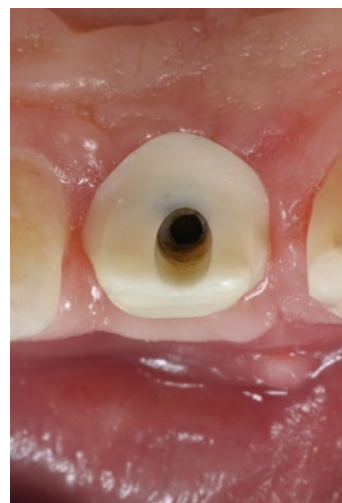


Abb. 15 Durch das individuelle Abutment-design kann auch der Querschnitt des Abutments der natürlichen Zahnform nachempfunden werden, so dass es in seiner Form einem präparierten natürlichen Zahn gleicht

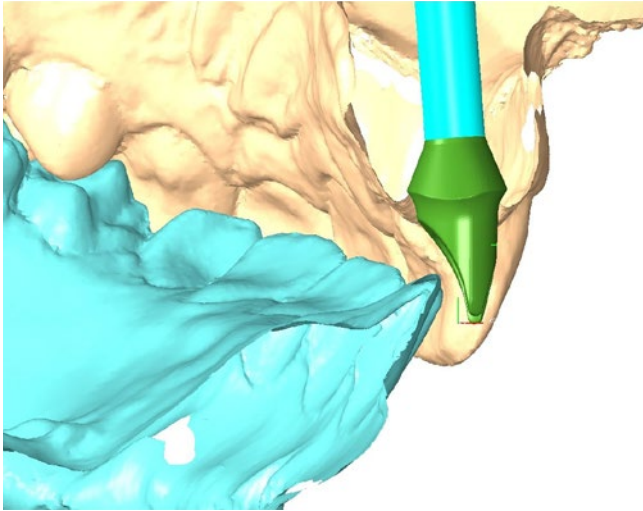


Abb. 16 CAD-Datei zur Produktionsfreigabe eines einteiligen Abutments (Atlantis, Fa. Dentsply Implants)



Abb. 17 Eingegliedertes einteiliges Zirkonoxidabutment

Trotz der nachgewiesenen guten Langzeitstabilität einteiliger Abutments zeigen aktuelle In-vitro-Studien auch potenzielle Limitationen. Einerseits konnte belegt werden, dass einteilige Zirkonoxidabutments zu einem verstärkten Verschleiß („fretting wear“) an der Implantat-Abutment-Verbindung führen^{18,25}. Ebenso wurde demonstriert, dass einteilige Zirkonoxidabutments im Vergleich zu Titanabutments eine reduzierte Passungsqualität aufweisen⁵. Die klinische Konsequenz dieser Beobachtungen ist bislang nicht geklärt, so dass die Indikation insbesondere einteiliger Zirkonoxidabutments unter strenger Beachtung der bislang klinisch abgesicherten Einsatzbereiche erfolgen sollte.

Die Herstellung zweiteiliger Zirkonoxidabutments ist heute mit den meisten gängigen dentalen CAD/CAM-Systemen auch direkt im Dentallabor möglich. Nach dem Scan des Meistermodells wird eine für das verwendete Implantatsystem geeignete Titanbasis ausgewählt. Auf dieser Basis erfolgt die Konstruktion des individuellen Zirkonoxidaufbaus, der mit gängigen dentalen Fräsanlagen aus vorgesintertem Zirkonoxid gefräst werden kann (Abb. 18 bis 20).

Das dichtgesinterte Abutment wird mit der Titanbasis verklebt, anschließend ausgearbeitet und poliert. Für die

Verklebung von Titanbasis und Zirkonoxidaufbau sollte zunächst ein Aufrauen der Klebeflächen durch Sandstrahlen mit 50 µm Aluminiumoxid bei einem maximalen Druck von 2 bar erfolgen. Es empfiehlt sich, die Metallbasis mit einem Haftvermittler (z. B. Alloy Primer, Fa. Kuraray Europe, Hattersheim) zu konditionieren und auch die Klebeflächen des Zirkonoxidaufbaus mit einem entsprechenden Zirkonoxidprimer (Clearfil Ceramic Primer, Fa. Kuraray Europe) vorzubehandeln. Wenn phosphatmonomerhaltige Kleber wie z. B. Panavia verwendet werden, sind zusätzliche Primer unnötig¹⁰. Bei In-vitro-Untersuchungen zweiteiliger Abutments¹¹ zeigten marktgängige dualhärtende Kompositzemente (Panavia F 2.0, Fa. Kuraray Europe, und Multilink Implant, Fa. Ivoclar Vivadent, Ellwangen) nach Wasserlagerung und Thermozyklierung gute Haftverbundergebnisse, so dass sie für die klinische Anwendung empfohlen werden können.

Als potenzieller Schwachpunkt der zweiteiligen Abutments wird die Langzeitstabilität der Klebefuge unter klinischen Bedingungen diskutiert. Ein Versagen der Verklebung konnte jedoch bislang nicht in klinischen Studien dokumentiert werden. Im Rahmen einer Studie zur klinischen Bewährung von zweiteiligen Zirkon-

■ PROTHETIK

Vollkeramische Suprakonstruktionen im Frontzahnbereich: Chance oder Risiko?

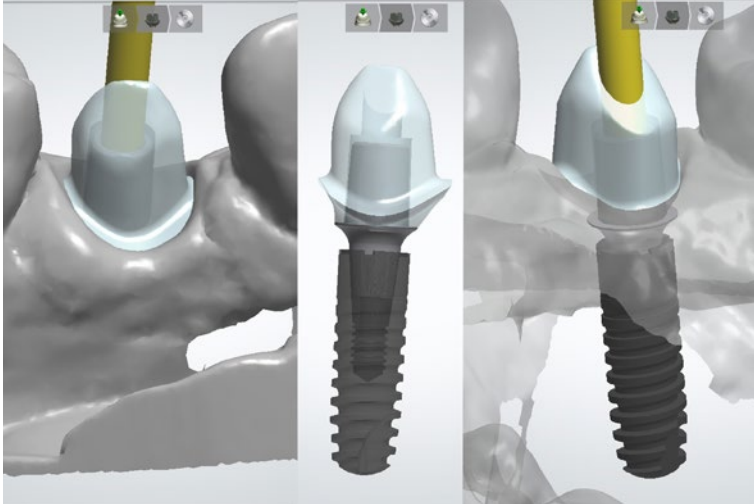


Abb. 18 Konstruktion eines zweiteiligen Zirkonoxidabutments (DentalDesigner 2013, Fa. 3Shape, Kopenhagen, Dänemark)



Abb. 19 Titanbasis und laborgefertigter Zirkonoxidaufbau (Cercon Smart Ceramics, Fa. DeguDent); die Verklebung der Komponenten erfolgt mit einem Kompositzement

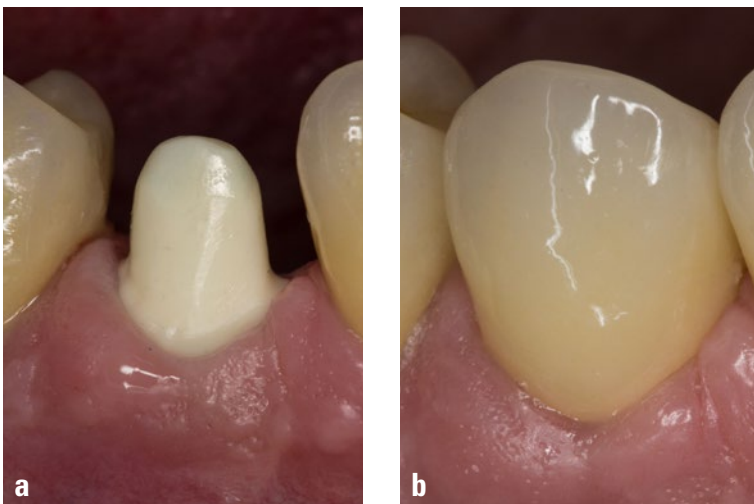


Abb. 20a und b Klinische Situation nach Eingliederung des zweiteiligen Abutments (a) und der vollkeramischen Krone (b)

oxidabutments mit einer Titanbasis, welche mit einem Kompositzement befestigt wurden, untersuchte *Canullo*⁸ 25 Patienten, die mit insgesamt 30 Implantaten und implantatgetragenen vollkeramischen Einzelkronen versorgt wurden. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum betrug 40 Monate. In der Zeit der klinischen Belastung wurden weder Abutmentfrakturen noch Schraubenlockerungen beobachtet, was zu einer kumulativen Überlebensrate von 100 % führte. In-vitro-Studien konnten zudem zeigen, dass insbesondere bei durchmesserreduzierten Implantaten mit zweiteiligen Abutments signifikant höhere Bruchfestigkeiten erreicht werden als bei einteiligen Abutments²⁶. Ferner wurde nachgewiesen, dass die Bruchfestigkeit auch durch die Implantat-Abutment-Verbindung beeinflusst wird und dass besonders bei konischen Innenverbindungen zweiteilige Abutments höhere Bruchfestigkeiten als einteilige Zirkonoxidabutments zeigen²². Diese Ergebnisse sollten bei der Indikationsstellung berücksichtigt werden, vor allem wenn von einer erhöhten biomechanischen Belastung, z. B. durch eine lange klinische Krone, auszugehen ist.

Klinische Relevanz

Klinische Studien liegen sowohl für konfektionierte^{12,15} als auch für individuell gefertigte^{10,29} ein- und zweiteilige Zirkonoxidabutments⁸ im Frontzahnbereich mit einer maximalen Beobachtungszeit von bis zu 5 Jahren vor. Für alle drei Ausführungsformen sind ähnliche Überlebensraten beim Einsatz für Einzelzahnversorgungen im Frontzahnbereich dokumentiert, so dass sie unter dem Gesichtspunkt der klinischen Verlässlichkeit als gleichwertig angesehen werden können. Die Auswahl sollte unter klinischen Gesichtspunkten erfolgen, wobei neben einer bestmöglichen Stützung der periimplantären Weichgewebssituation, einem optimalen Verlauf der Präparation und einer zahnanalogen Abutmentform auch die zu erwartende Belastungssituation sowie das Implantatdesign zu berücksichtigen sind. Für ein gutes Behandlungsergebnis sollten die periimplantären Weichgewebe zu einem möglichst frühen Zeitpunkt optimal ausgeformt werden, so dass ein Durchtrittsprofil ent-

steht, das weitestgehend dem natürlichen Zahn entspricht. Dies kann im Frontzahnbereich am effektivsten mit einem laborgefertigten Provisorium erfolgen, wobei Tragedauern von 10 bis 12 Wochen vor Beginn der definitiven prothetischen Versorgung zu berücksichtigen sind.

Klinische Studien zur Bewährung vollkeramischer Einzelkronen auf Implantaten

Für die prothetische Versorgung vollkeramischer Abutments bieten sich zur Erzielung eines optimalen Behandlungsergebnisses vollkeramische Kronen an. Das wirft zwangsläufig die Frage auf, welche dentalen Keramiken besonders für diese Indikation geeignet sind. Vor dem Hintergrund, dass noch nicht sehr viele Studien zu vollkeramischen Suprakonstruktionen existieren, kann die Frage nur sehr eingeschränkt mit evidenzbasierten Fakten beantwortet werden.

In den vorliegenden Studien wurden leuzitverstärkte Glaskeramiken (Empress 1), Lithiumdisilikatkeramiken (e.max), aber auch vollkeramische Kronen mit Aluminium- oder Zirkonoxidgerüsten verwendet. *Glaser* et al.¹² untersuchten die Kombination von 36 Zirkonoxid-aufbauten und Kronen aus einer leuzitverstärkten Glaskeramik (Empress 1) im Frontzahn- und Prämolarenbereich. Nach einer Beobachtungszeit von 4 Jahren wurde eine Überlebensrate der Implantataufbauten von 100 % festgestellt. Eine Krone musste nach einer Lockerung der Abutmentschraube erneuert werden, und bei drei Kronen traten kleinere polierbare Frakturen der Verblendkeramik auf.

Vanlioglu et al.²⁹ beschäftigten sich mit der klinischen Bewährung von Lithiumdisilikat-Frontzahnkronen, die adhäsiv auf individuell gefertigten Zirkonoxidabutments befestigt wurden. Nach einer Beobachtungszeit von 5 Jahren konnte an den 11 nachuntersuchten Restaurationen weder eine Keramikfraktur noch ein Retentionsverlust beobachtet werden.

Die klinische Bewährung von Kronen aus Zirkonoxidkeramik auf Keramikabutments im Frontzahnbereich wurde in einer prospektiven Studie untersucht¹⁵. Nach



einer Beobachtungszeit von 3 Jahren konnten bei 64 Frontzahnkronen zwei Keramikfrakturen festgestellt werden (3,1 %), wobei eine Krone aufgrund der Größe der Fraktur erneuert werden musste. In dieser Studie wurden die Kronen adhäsiv auf den konfektionierten Zirkonoxidabutments befestigt. Bei zwei Kronen ließen sich im Verlauf der Nachuntersuchung radiologisch Zementüberschüsse nachweisen. Dies bestätigt noch einmal die klinische Relevanz der Zementüberschussentfernung bei einer adhäsiven Zementierung.

Kronen mit Aluminiumoxidkeramikgerüsten und direkt verblendete Zirkonoxidabutments wurden in einer retrospektiven Studie über einen Zeitraum von bis zu 3 Jahren nachverfolgt¹⁰. Die Frakturrate der Abutments betrug in dieser Untersuchung 1 %. Frakturen der Aluminiumoxidgerüste konnten nicht beobachtet werden, während in 2 % der Fälle innerhalb des ersten Jahres eine Verblendkeramikfraktur auftrat.

Vor dem Hintergrund dieser klinischen Daten sollten aus der Gruppe der Glaskeramiken bevorzugt Materialien auf Lithiumdisilikatbasis eingesetzt werden, da sie eine signifikant höhere Festigkeit als leuzitverstärkte Keramiken aufweisen. Limitierend wirkt sich bei dieser Materialgruppe aus, dass bislang nur Daten zur adhäsiven Befestigung vorliegen. Die adhäsive Befestigung vollkeramischer Restaurationen auf Implantaten birgt jedoch das Risiko, dass durch nicht entfernte Zementüberschüsse eine Periimplantitis ausgelöst werden kann¹⁵. Eine adhäsive Befestigung kann also nur empfohlen werden, wenn durch eine gute Zugänglichkeit der Präparationsgrenze das sichere Entfernen von Zementüberschüssen gewährleistet ist. Diese Voraussetzung wird am ehesten von individuell gefertigten Abutments mit einer leicht subgingivalen Lage der Präparationsgrenze erfüllt.

Aus der Gruppe der Oxidkeramiken scheinen sowohl Aluminium- als auch Zirkonoxid für den Einsatz bei implantatgestützten Einzelkronen im Frontzahnbereich geeignet zu sein. Beide Werkstoffe zeigen in diesem Einsatzgebiet eine hohe Zuverlässigkeit der Gerüste, so dass technische Komplikationen eher in Form von Verblendkeramikfrakturen zu erwarten sind. Um dieses Phänomen zu vermeiden, sollten die Erkennt-

nisse über zahngestützte oxidkeramische Versorgung auch auf die implantatgestützten Versorgung übertragen werden, d. h., eine gleichmäßige Schichtstärke der Verblendkeramik ist durch ein zahnanalogen Abutment- und Gerüstdesign sicherzustellen. Während der Verblendung sind Maßnahmen zur Reduktion interner Spannungen, z. B. durch Langzeitabkühlungen, sinnvoll²⁰.

Vor dem Hintergrund, dass Schraubenlockerungen bei implantatgestützten Versorgung eine relativ häufige technische Komplikation darstellen^{2,17}, muss berücksichtigt werden, dass bei einer adhäsiv befestigten Restauration ein Wiederbefestigen der Abutmentschraube nur nach Entfernung oder Trepanation der Krone möglich ist. Hier bieten sich zwei Lösungsstrategien an:

1. provisorische Zementierung der Krone und
2. zentral verschraubte Krone unter Verwendung eines direkt verblendeten Zirkonoxidabutments.

Sofern durch eine ausreichende Höhe des individuell gefertigten Abutments oder aber durch die Integration retentionsverbessernder Designmerkmale (Rillen) eine ausreichende Retention der vollkeramischen Restauration gewährleistet ist, kann eine provisorische Zementierung zumindest für zirkonoxidbasierte Versorgung in Erwägung gezogen werden. Der Vorteil einer provisorischen Zementierung besteht in einer zerstörungsfreien Abnahme im Fall einer Schraubenlockerung oder bei einer Verblendkeramikfraktur. Da die kumulative Inzidenz dieser beiden Ereignisarten bei ca. 7,5 % innerhalb der ersten 5 Jahre liegt, ist die Revisionsfähigkeit einer Suprakonstruktion sicherlich ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl der verwendeten Materialien und Verfahren. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass aus klinischen Studien bislang keinerlei Ergebnisse zu provisorisch zementierten vollkeramischen Suprastrukturen vorliegen.

Daten über zentral verschraubte direkte Abutments existieren für Zirkonoxidabutments mit einer maximalen Beobachtungsdauer von 3 Jahren. Die Vorteile der Verschraubung liegen wie bei der provisorischen Zementierung in der einfachen Entfernbarkeit im Fall technischer Komplikationen. Zudem kann die Induktion einer

iatrogenen Periimplantitis durch nicht entfernte Zementreste sicher vermieden werden. Diese Versorgungsform weist jedoch Limitationen auf, da sie im Oberkieferfrontzahnbereich nur dann realisiert werden kann, wenn durch eine nach palatinal verlagerte Implantatposition eine Positionierung des Schraubenkanals auf die Palatinalfläche möglich ist. Die Planung für eine verschraubte Suprakonstruktion muss also bereits bei der Implantatinsertion berücksichtigt werden.

Klinische Relevanz

Zirkonoxidabutments für Einzelzahnrestorationen können sowohl mit glaskeramischen Kronen auf Lithiumdisilikatbasis als auch mit Kronen mit oxidkeramischen

Gerüsten (Aluminium- oder Zirkonoxid) versorgt werden. Sofern eine adhäsive Zementierung durchgeführt wird, ist auf ein sicheres Entfernen von Zementüberschüssen zu achten. Für Suprakonstruktionen auf der Basis von Zirkonoxidkeramiken kann eine bedingte Abnehmbarkeit durch eine provisorische Zementierung oder Verschraubung direkt verblendeter Abutments erfolgen. Erste klinische Ergebnisse zu verschraubten Einzelkronenversorgungen zeigen bei diesem Konzept keine Tendenz zu einer erhöhten technischen Komplikationsrate. Dennoch sollten vor einer generellen Empfehlung der provisorischen Zementierung oder auch der Verschraubung vollkeramischer Suprakonstruktionen noch weitere Daten aus klinischen Untersuchungen abgewartet werden.

Literatur

- Albosefi A, Finkelman M, Zandparsa R. An in vitro comparison of fracture load of zirconia custom abutments with internal connection and different angulations and thickness: Part I. *J Prosthodont* 2014 Jan 13 [Epub ahead of print].
- Albrektsson T, Donos N. Working Group 1. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:63-65.
- Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Brånemark PI. Cemented single crowns on osseointegrated implants after 5 years: results from a prospective study on CeraOne. *Int J Prosthodont* 1998;11: 212-218.
- Andersson B, Taylor A, Lang BR et al. Alumina ceramic implant abutments used for single-tooth replacement: a prospective 1- to 3-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 2001;14: 432-438.
- Baldassarri M, Hjerpe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP, Stappert CF. Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:537-543.
- Bidra AS, Rungruanganunt P. Clinical outcomes of implant abutments in the anterior region: a systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2013;25:159-176.
- Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:631-637.
- Canullo L. Clinical outcome study of customized zirconia abutments for single-implant restorations. *Int J Prosthodont* 2007;20:489-493.
- De Medeiros RA, Vechiato-Filho AJ, Pellizzer EP, Mazaro JV, dos Santos DM, Goiato MC. Analysis of the peri-implant soft tissues in contact with zirconia abutments: an evidence-based literature review. *J Contemp Dent Pract* 2013;14:567-572.
- Ebert A, Hedderich J, Kern M. Retention of zirconia ceramic copings bonded to titanium abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:921-917.
- Ekfeldt A, Fürst B, Carlsson GE. Zirconia abutments for single-tooth implant restorations: a retrospective and clinical follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1308-1314.
- Gehrke P, Alius J, Fischer C, Erdelt KJ, Beuer F. Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013 Mar 25 [Epub ahead of print].
- Glauser R, Sailer I, Wohlwend A, Studer S, Schibli M, Schärer P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2004;17:285-290.
- Guess PC, Att W, Strub JR. Zirconia in fixed implant prosthodontics. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;14:633-645.
- Happe A, Schulte-Mattler V, Strassert C et al. In vitro color changes of soft tissues caused by dyed fluorescent zirconia and nondyed, nonfluorescent zirconia in thin mucosa. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013; 33:e1-e8.
- Hosseini M, Worsaae N, Schiødt M, Gotfredsen K. A 3-year prospective study of implant-supported, single-tooth restorations of all-ceramic and metal-ceramic materials in patients with tooth agenesis. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:1078-1087.
- Jung RE, Holderregger C, Sailer I, Khraisat A, Suter A, Hämmerle CH. The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28:357-365.
- Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:2-21.
- Klotz MW, Taylor TD, Goldberg AJ. Wear at the titanium-zirconia implant-abutment interface: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:970-975.
- Nakamura K, Kanno T, Milleding P, Ortengren U. Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2010;23:299-309.
- Rinke S, Schäfer S, Lange K, Gersdorff N, Roediger M. Practice-based clinical evaluation of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 3-year results. *J Oral Rehabil* 2013;40:228-237.



22. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:4-31.
23. Sailer I, Sailer T, Stawarczyk B, Jung RE, Hämmerle CH. In vitro study of the influence of the type of connection on the fracture load of zirconia abutments with internal and external implant-abutment connections. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:850-858.
24. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hämmerle CH, Mattiola A. Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent* 2007;2:296-310.
25. Scheller H, Urgell JP, Kultje C et al. A 5-year multicenter study on implant-supported single crown restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:212-218.
26. Stimmelmayr M, Edelhoff D, Güth JF, Erdelt K, Happe A, Beuer F. Wear at the titanium-titanium and the titanium-zirconia implant-abutment interface: a comparative in vitro study. *Dent Mater* 2012;28:1215-1220.
27. Stimmelmayr M, Sagerer S, Erdelt K, Beuer F. In vitro fatigue and fracture strength testing of one-piece zirconia implant abutments and zirconia implant abutments connected to titanium cores. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:488-493.
28. Van Brakel R, Meijer GJ, Verhoeven JW, Jansen J, de Putter C, Cune MS. Soft tissue response to zirconia and titanium implant abutments: an in vivo within-subject comparison. *J Clin Periodontol* 2012;39:995-1001.
29. Van Brakel R, Noordmans HJ, Frenken J, de Roode R, de Wit GC, Cune MS. The effect of zirconia and titanium implant abutments on light reflection of the supporting soft tissues. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1172-1178.
30. Vanlioglu BA, Özkan Y, Evren B, Özkan YK. Experimental custom-made zirconia abutments for narrow implants in esthetically demanding regions: a 5-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:1239-1242.
31. Wohlwend A, Studer S, Schärer P. Das Zirkonoxidabutment – ein neues vollkeramisches Konzept zur ästhetischen Verbesserung der Suprastruktur in der Implantologie. *Quintessenz Zahntechnik* 1996;22:364-381.
32. Zembic A, Bösch A, Jung RE, Hämmerle CH, Sailer I. Five-year results of a randomized controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single-implant crowns in canine and posterior regions. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:384-390.