

# Frontzahnkronen auf CAD/CAM-individualisierten Implantataufbauten

## Stand der Technik und Fallbeispiel

Schlüsselwörter: Frühimplantation, Frontzahn, CAD/CAM-Aufbau, Zirkoniumdioxid

**ROBERTO SLEITER<sup>1</sup>**  
**KAI KLIMEK<sup>2</sup>**  
**STEFAN JENNI<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Fachzahnarzt für Oralchirurgie,  
 Privatpraxis, Egerkingen

<sup>2</sup> Privatpraxis, Zürich

<sup>3</sup> Dentallabor Stefan Jenni, Fulenbach

### Korrespondenzadressen

Dr. med. dent. Roberto Sleiter  
 Fachzahnarzt für Oralchirurgie  
 Einschlagstrasse 2  
 4622 Egerkingen, Schweiz  
 Telefon +41 62 398 22 44  
 praxis@dentalspecialist.ch

Dr. med. dent. Kai Klimek  
 Zahnarzt  
 Beckenhofstrasse 72  
 8006 Zürich, Schweiz  
 Telefon +41 44 362 35 15  
 info@zahnarzt-klimek.ch

Dentallabor Stefan Jenni  
 ZTM Stefan Jenni  
 Friedensstrasse 9  
 4629 Fulenbach, Schweiz  
 Telefon +41 62 926 55 55  
 dentallabor.st.jenni@ggs.ch



**Zusammenfassung** Ästhetisch zufriedenstellende Frontzahnkronen auf Implantaten sind eine anspruchsvolle Aufgabe. Neben biologischen Aspekten wie Hart- und Weichgewebsangebot und Gewebeverträglichkeit sind auch funktionelle und zahntechnische Faktoren zu beachten. Hier bieten CAD/CAM-individualisierte Implantataufbauten viele Vorteile. Dazu zählen eine flexiblere Abwinkelung im Verhältnis zur Implantatachse, ein besseres Durchtrittsprofil, optimale Positionierbarkeit des Kronenrandes und eine gesicherte Materialqualität. Die Oberflächen CAD/CAM-individualisierter Zirkoniumdioxidaufbauten erleichtern zudem die Anlagerung der Weichgewebe im Durchtrittsbereich zwischen Implantatschulter und Mukosarand. Dieser Beitrag fasst Erfolgsfaktoren für Frontzahnkronen auf CAD/CAM-individualisierten Aufbauten zusammen. An einem Fallbeispiel wird das Vorgehen bei

früher Implantation und Versorgung mit Zirkoniumdioxidaufbau und -krone auf einem mittleren Frontzahn erläutert. Implantatgetragene Kronen und Brücken im Frontzahnbereich müssen oft höchsten ästhetischen Ansprüchen genügen. Patienten erwarten in vielen Fällen Ergebnisse, die der natürlichen Bezahnung entsprechen oder sogar als schöner empfunden werden. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der implantierende Zahnarzt, oder gegebenenfalls das interdisziplinäre Team, die Ausgangssituation sehr sorgfältig analysieren und entsprechend planen. Praxisnahe Leitlinien berücksichtigen eine ganze Reihe biologischer, technischer und patientenbezogener Parameter (DAWSON & CHEN ET AL. 2009). Je nach Kombination der Parameter und der geplanten Therapie ergibt sich ein unterschiedlicher Komplexitätsgrad.

**Bild** oben: Einprobe des individuell CAD/CAM hergestellten Zirkoniumdioxidaufbaus

## Biologische Faktoren

Sobald anamnestische Fragen geklärt sind, gilt es, die Dimensionen vorhandener Lücken und des Knochenangebotes zu untersuchen. Der interproximale Abstand entscheidet darüber, ob die Implantation ohne orthodontische Vorbehandlung erfolgen kann (HOLST ET AL. 2009). So erhöht ein Abstand von drei Millimetern zwischen zwei Implantaten und ebenso zwischen Implantat und Zahn die Chancen für eine zuverlässige Papillenpräsenz (TEUGHELS ET AL. 2009). Ein solcher Abstand ist jedoch nicht immer einzuhalten. In Bezug auf die knöchernen Minimaldimensionen, die eine ästhetisch gelungene Implantatversorgung gewährleisten, gibt es nur wenige evidenzbasierte Daten. So lässt sich eine minimale oro-vestibuläre Breite des Alveolarfortsatzes aus den aktuellen Daten nicht ableiten.

Dagegen scheint die proximale Knochenhöhe der benachbarten Zähne signifikant mit der erreichbaren Papillenpräsenz verknüpft zu sein (CHANG 2008). Wenn sich das vorhandene Knochenvolumen klinisch und mit konventionellen Röntgenbildern nicht ausreichend abschätzen lässt, kann eine weitergehende Diagnostik mit direkter Messung der Schleimhautdicke erfolgen oder, bei gegebener Indikation, mit dreidimensionaler Röntgentechnik. Als vorteilhaft kann sich für den mittelfristigen Knochenerhalt ein gegenüber dem Schulterumfang des Implantats reduzierter Umfang des Aufbaus auswirken (Platform-Switching, CANULLO ET AL. 2010).

In der täglichen Praxis beurteilt der implantologisch tätige Zahnarzt oder Chirurg zuerst die Weichgewebe. Hier ist zunächst der sogenannte Biotyp, also die Dicke und der Verlauf der gingivalen Gewebe, von Bedeutung (SEIBERT & LINDHE 1989). Nach einer aktuellen Empfehlung kann die kritische Grenze zwischen dickem und dünnem Biotyp bei 1,0 Millimeter angenommen werden (KAN ET AL. 2010). Dies lässt sich praxisnah mithilfe einer mittig-bukkal in den Sulkus geführten Parodontalsonde verifizieren, die bei dünnem Gewebe durch das Gewebe durchscheint, bei dickem dagegen nicht. Weiterhin sind eventuelle Beeinträchtigungen von Volumen, Farbe und Textur der Weichgewebe durch vorangegangene Behandlungen bedeutsam, zum Beispiel Augmentationen und Wurzelspitzenresektionen. Auch die Harmonie des Gingivaverlaufs im Seitenvergleich und im anterioren Zahnbogen sollte analysiert werden (CHU ET AL. 2009, WEISGOLD ET AL. 1997), insbesondere bei hoher Lachlinie.

## Implantations- und Belastungszeitpunkt

Zu berücksichtigen sind auch der Zeitpunkt von Implantation und Versorgung und das chirurgische Protokoll. Je nach biologischen und prothetischen Voraussetzungen kann eine Sofortimplantation (Typ 1), eine Frühimplantation innerhalb von vier bis acht Wochen (Weichgewebe weitgehend abgeheilt, Typ 2) oder eine Frühimplantation nach drei bis vier Monaten (Knochengewebe weitgehend abgeheilt, Typ 3) erwogen werden (CHEN & BUSER 2009). Obwohl durch eine zeitlich vorverlegte Implantation der biologisch vorgegebene Alveolenumbau mit entsprechendem Knochenverlust nicht zu verhindern ist, kann Zeit gewonnen und Kosten und Patientenzufriedenheit können günstig beeinflusst werden (SCHROPP & ISIDOR 2008). Bei dünnem Biotyp und umfangreichem Gewebemangel, insbesondere bei beeinträchtigter bukkaler Knochenlamelle, ist dagegen ein abgestuftes Vorgehen mit vorangehender hart- und weichgewebiger Augmentation zu empfehlen (CHEN & BUSER 2009). Der Zeitpunkt der Belastung hängt unter anderem von

funktionellen Faktoren und der Primärstabilität der Implantate ab (WEBER ET AL. 2009).

Neuere Implantatsysteme mit weiterentwickelter enossaler Konfiguration und biologisch günstiger Mikrostruktur der Implantatoberfläche erlauben nach aktuellen Studienergebnissen eine gewisse Ausdehnung der Indikationsgrenzen in Bezug auf Sofortimplantation und Sofortbelastung (DE ROUCK 2009, IRINAKIS 2009). Dies muss aber auch nach Einschätzung der Autoren durch weitere, geeignete Studien untermauert werden, insbesondere in Bezug auf die mittel- und langfristige Auswirkungen auf Hart- und Weichgewebe. Eine häufig genutzte Option ist die Sofort- oder Frühimplantation mit simultaner Augmentation und geschlossener oder auch transgingivaler Einheilung. Hierdurch lässt sich gegenüber später Implantation mehr Knochen regenerieren (CHEN & BUSER 2009). Bisher gibt es nur begrenzte Daten zu ästhetischen Ergebnissen nach Sofort- oder Frühimplantation. Unabhängig davon wird davon ausgegangen, dass die Patientenzufriedenheit nach Anwendung dieser Protokolle eher hoch ausfällt.

## Prothetische Faktoren

Neben den biologischen Faktoren muss im Sinne einer rückwärts gerichteten Planung von Beginn an die geplante Prothetik im Auge behalten werden, einschliesslich funktioneller und materialtechnischer Faktoren. So können metallische Implantataufbauten bei dickem Weichgewebe meist problemlos eingesetzt werden, obwohl sie im Vergleich zu keramischen Aufbauten häufiger zu ästhetischen Einbussen führen (SAILER ET AL. 2009a). Dünnem Weichgewebe neigt, zumindest bei Sofortimplantation, eher zu Rezessionen als dickes Weichgewebe (EVANS & CHEN 2008, KAN ET AL. 2003). Um das Risiko durchscheinender Aufbauten zu minimieren, ist die Verwendung von Vollkeramik zu empfehlen. Zirkoniumdioxid führt, bezogen auf Restaurationsmaterialien, im Vergleich zu Titan und Feldspatkeramik zu der geringsten Verfärbung der Gingiva (JUNG ET AL. 2007).

Auch aus biologischen und biomechanischen Gründen ist Zirkoniumdioxid für Implantataufbauten die Keramik der Wahl. In einer aktuellen Literaturanalyse werden Aufbauten aus dieser Oxidkeramik für den Frontzahnbereich als zuverlässig bewertet (NAKAMURA 2010). Auch im Eck- und Seitenzahnbereich unterschieden sich die technischen Komplikations- und Verlustraten von Titan- und Zirkoniumdioxidaufbauten in einer randomisierten Studie über drei Jahre nicht signifikant (ZEMBIC ET AL. 2009). In Bezug auf den Verbindungstyp zwischen Implantat und Aufbau scheinen interne gegenüber externen Implantat-Aufbau-Verbindungen hinsichtlich ihrer Stabilität Vorteile zu haben (SAILER ET AL. 2009b).

Eindeutig ist die Datenlage bei der biologischen Reaktion der Weichgewebe auf das Aufbaumaterial. Keramik und Titan haben sich als eher günstiger erwiesen als Gold und Kunststoffe (ABRAHAMSSON 1998). Zirkoniumdioxid weist nach den Ergebnissen einer humanhistologischen Untersuchung auch im Vergleich zu Titan eine bessere Weichgewebsverträglichkeit auf (DEGIDI ET AL. 2006). So fanden sich zum Beispiel entzündliche Infiltrate vor allem im Kontakt mit Titan, ihre Ausdehnung war signifikant grösser als im Kontakt zu Zirkoniumdioxid. Die bessere Verträglichkeit der Keramik ist nach einer Literaturübersicht möglicherweise auf geringere Plaqueanlagerung zurückzuführen (NAKAMURA 2010).

Biologische Vorteile hat Zirkoniumdioxid, allerdings nur auf der Basis von In-vitro-Ergebnissen, auch im Vergleich zu Feldspatkeramik (RAFFAELLI ET AL. 2008). So waren die Anlage-

rungsfähigkeit und die Wachstumsrate von Fibroblasten an Zirkoniumdioxid signifikant höher. Berücksichtigt man diese Erkenntnisse, so sollten submukosale Anteile von Aufbauten, zumindest im ästhetischen Bereich, nach Möglichkeit nicht verblendet werden. Auch ein kleinerer Mikrospace zwischen Zirkoniumdioxidaufbau und Implantat könnte sich im Vergleich zu Titanaufbauten als biomechanisch und biologisch günstig erweisen (BAIXE ET AL. 2010). Alle diese Faktoren sprechen für Zirkoniumdioxid, obwohl für dieses Material bisher relativ wenig klinische Langzeitdaten vorliegen.

## Aktuelle Möglichkeiten mit CAD/CAM

Für maximale Ästhetik spielt auch ein geeignetes Durchtrittsprofil des Implantataufbaus durch die Weichgewebe eine wesentliche Rolle. Es gibt eine Reihe etablierter Techniken, individualisierte Aufbauten auf konventionellem Wege herzustellen. Dazu gehört die Fräsbearbeitung massiver oder anatomisch vorgeformter Sekundärteile, die vorzugsweise im Labor durchgeführt werden sollte. Weiterhin lassen sich Aufbauten auf angussfähigen Basen individuell modellieren und gusstechnisch umsetzen. Dabei ist allerdings die oben diskutierte materialspezifische Gewebeverträglichkeit zu berücksichtigen. So sind keramikverblendete Goldaufbauten günstiger zu bewerten als unverblendete.

Daneben werden seit Beginn der 2000er-Jahre zunehmend CAM- oder CAD/CAM-Methoden angewendet (CAM = nur computergestütztes Design; CAD/CAM = auch die Herstellung erfolgt computergestützt) (BONNARD ET AL. 2001, KAPOS ET AL. 2009). Die sub- und supramukosale Form von Aufbauten und ihre Abwinkelung zur Implantatachse lassen sich grundsätzlich mit beiden Verfahrenstypen individualisieren. Die Gestaltungsmöglichkeiten sind jedoch bei konventionellen Verfahren geringer, zumindest wenn konfektionierte Aufbauteile verwendet werden. Vor allem ist aber der Aufwand bei konventionellen Methoden deutlich grösser und vollkeramische Aufbauten sind nur computergestützt in optimaler Weise realisierbar.

In Bezug auf das Durchtrittsprofil erlauben CAD/CAM-Verfahren sehr komfortable Gestaltungsmöglichkeiten. Hier kommt die Tatsache ins Spiel, dass ein konkav und filigran gestalteter submukosaler Anteil des Aufbaus mehr Raum für Weichgewebe lässt, als dies bei konventionellen Aufbauten in der Regel der Fall ist. Vor allem bei dünnem Biotyp kann dies ein entscheidender Vorteil sein, da sich hierdurch das Risiko für Rezessionen reduzieren und die ästhetische Prognose der Versorgung potenziell verbessern lässt (ROMPEN 2007). Nicht zuletzt ist es mithilfe von CAD/CAM möglich, den Kronenrand im Verhältnis zur Mukosa optimal zu platzieren. Dies erleichtert die Entfernung von Zementresten und minimiert auf diese Weise die Gefahr von dadurch verursachter Periimplantitis.

Weiterhin machen es CAD/CAM-Aufbauten häufig erst möglich, Kronen zu verschrauben, da die Position der Aufbauschraube individuell mithilfe der Software oder durch entsprechendes Aufwachsen gewählt werden kann. Hinzu kommt schliesslich, dass die Materialqualität bei CAD/CAM-gefertigten Aufbauten besser gesichert ist als zum Beispiel bei gegossenen Aufbauten. Umfangreiches Beschleifen konfektionierter Zirkoniumdioxidaufbauten beeinflusst die Belastbarkeit ebenfalls in ungünstiger Weise, während CAD/CAM-Aufbauten in der Regel nur wenig oder gar nicht bearbeitet werden müssen und so eine optimale industrielle Qualität sichergestellt ist (KELLY & DENRY 2008).

Die Verbindung des individuellen CAD/CAM-Aufbaus mit dem Implantat kann einerseits über eine Titanbasis erfolgen,

auf die der Zirkoniumdioxidanteil aufgeklebt wird. Der Aufbau wird dann entweder in Wachs modelliert, eingescannt und aus Zirkoniumdioxidrohlingen gefräst oder die Titanbasis wird eingescannt und die Gestaltung erfolgt am Bildschirm mithilfe von Computer Aided Design (CAD). Die zweite Möglichkeit besteht in direkter Verbindung des Implantats mit einem einteiligen Zirkoniumdioxidaufbau, also ohne Zwischenschaltung einer Titanbasis.

Auf Titanbasen verklebbare und einteilige Aufbauten werden entweder speziell für einzelne Implantatsysteme oder unabhängig vom Implantatsystem angeboten. Wichtig ist eine gute Abstimmung der Bauteile und der verwendeten Software, wobei die gesamte Prozesskette vom Einscannen bis zur Verklebung und Eingliederung der implantatgetragenen Versorgung funktionieren muss. Unterschiede in der Qualität kommen dabei vor allem bei weitspannigen Arbeiten zum Tragen, sind aber auch schon bei Einzelkronen in der Front von Bedeutung. Wissenschaftliche Untersuchungen, die unterschiedliche Systeme und Produkte vergleichen, liegen bisher kaum vor. Eine aktuelle Untersuchung belegt aber zum Beispiel, dass die CAD/CAM-individualisierten Zirkoniumdioxidaufbauten eines Herstellers bei Implantaten anderer Anbieter eine signifikant schlechtere Passung aufweisen (ALVES DA CUNHA 2010).

## Fallbericht

Eine 36-jährige Patientin ohne allgemeinmedizinische Auffälligkeiten stellte sich mit einer leicht beweglichen, klinischen Krone des Zahnes 21 vor. Der Zahn war im Alter von 12 Jahren infolge eines Traumas endodontisch behandelt und mit einem Stift-Stumpf-Aufbau versorgt worden. Die klinische und röntgenologische Untersuchung ergab eine bläulich verfärbte Mukosa und einen Verdacht auf Wurzelfraktur infolge kariesbedingter Schwächung (Abb. 1 und 2). Die bukkale Knochentlamelle schien aufgrund einer Sondierung weitgehend resorbiert, der Zahn war aufgrund der ausgedehnten Karies nicht zu erhalten. Die Patientin hatte eine hohe Lachlinie und hohe ästhetische Ansprüche. Sie wollte nicht, dass die Nachbarzähne beschliffen werden. Sie war Nichtraucherin, funktionell und parodontal gab es keine pathologischen Befunde.

Als Therapie wurde eine implantatgetragene vollkeramische Einzelkrone auf einem individuellen Zirkoniumdioxidaufbau geplant. Die Implantation sollte früh, also zirka acht Wochen nach Extraktion und nach Abheilung der Weichgewebe erfolgen (Typ 2, CHEN & BUSER 2009). Wegen des bukkalen Knochenabbaus war zunächst vorgesehen, den Bereich zeitgleich mit der Implantation mit xenogenem Knochersatzmaterial,



**Abb. 1** Der mit einem Stift-Stumpf-Aufbau versorgte Zahn 21 ist infolge Überlastung und Sekundärkaries vertikal frakturiert, der Mukosarand bläulich verfärbt. Eine hohe Lachlinie und hohe ästhetische Ansprüche der Patientin weisen auf eine anspruchsvolle Ausgangslage hin.



**Abb. 2** Im Röntgenbild sind bei Zahn 21 der apikal verbliebene Anteil der Wurzelfüllung, eine apikale Aufhellung und der Wurzelstift mit Aufbau zu erkennen. Die strahlendichte Struktur rechts oben im Bild ist Nasenpiercing-Schmuck.

einer Kollagenmembran und gegebenenfalls mit Bindegewebe zu augmentieren.

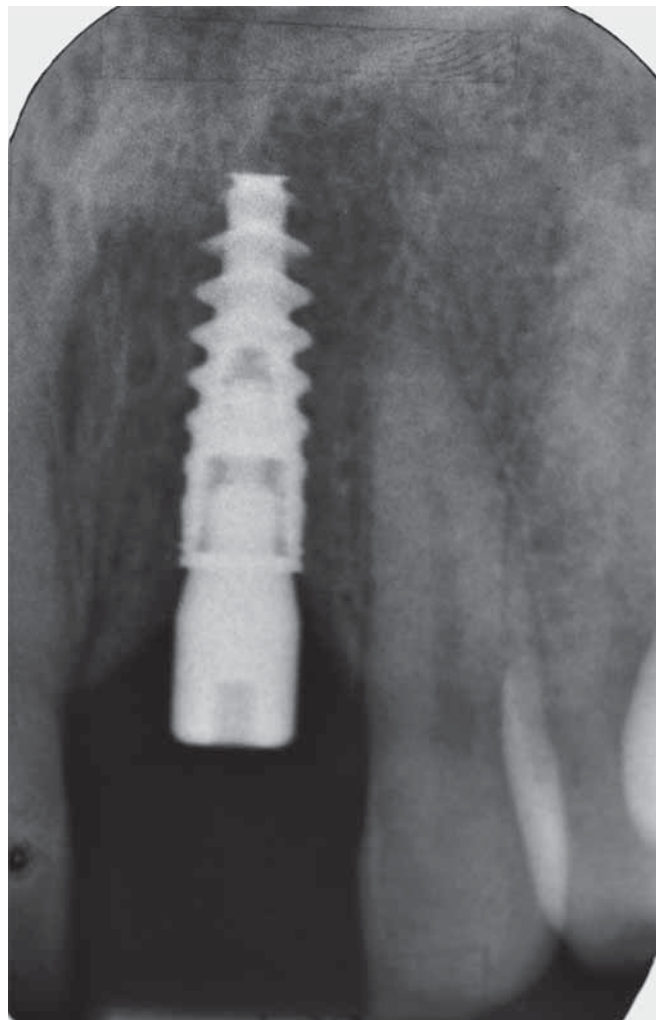
Bei der Extraktion frakturierte die Krone, so dass die Wurzelreste mithilfe von Periotomen entfernt werden mussten (Abb. 3). Vorsichtige Sondierung der bukkalen Lamelle ergab, dass diese erwartungsgemäss im koronalen Abschnitt weitgehend resorbiert war. Die Alveole wurde mit einem Kollagenkegel versorgt und mit Einzelknopfnähten verschlossen. Die temporäre Versorgung erfolgte mit einer flexiblen Klammerprothese.

### Einbringen des Implantats

Zehn Wochen später wurde das Weichgewebe mit einem Schnitt auf dem Kieferkamm und im Sulkus der Nachbarzähne minimalinvasiv abpräpariert und ein Implantat mit selbstschneidendem Kompressionsgewinde eingebracht (Länge 11,5 mm, Durchmesser 3,5 mm, Abb. 4). Wegen des in Richtung alveolärer Basis breiteren Knochens wurde das Implantat deutlich subkrestal gesetzt und transmukosal mit einem Gingivaformer versorgt. Die Präparation des Implantatbetts erfolgte unterdimensioniert in nur zwei Schritten. Wegen des bukkal und zum



**Abb. 3** Zustand nach Entfernung der Zahnkrone. Die Wurzelfragmente werden minimalinvasiv mit Periotomen entfernt. Die bukkale Knochenlamelle erweist sich im koronalen Abschnitt als weitgehend resorbiert.



**Abb. 4** Zehn Wochen später wird ein Implantat transgingival inseriert. Gut erkennbar ist die spezielle Gewindeform des Implantats, die für eine hohe Primärstabilität sorgt. Wegen der breiten knöchernen Basis und des dicken Weichgewebes wird auf eine Augmentation verzichtet. Die temporäre Versorgung erfolgt mit einer flexiblen Klammerprothese.

Teil auch palatinal fehlenden Knochens konnte das Implantat wegen seiner selbstschneidenden Eigenschaften relativ leicht eingeschraubt werden.

Die spezielle Gestaltung des Implantatgewindes sorgt zusammen mit der mikrostrukturierten und zusätzlich mit makroskopischen Gruben versehenen Oberfläche auch in weichem Knochen für eine hohe Primärstabilität (IRINAKIS 2009). Sie erlaubt zudem eine Veränderung der Achsrichtung während der Insertion, wobei während des gesamten Einbringprozesses auf eine gute Führung zu achten ist. Nur so wird eine optimale Position in Bezug zur bukkalen Knochenlamelle erreicht. Dies ist nach den Erfahrungen des Autors am besten mit einem Handinstrument gewährleistet. Als Besonderheit erlauben das doppelläufige Gewinde und die konische Grundform des Implantats ein schrittweises Zurückdrehen, wodurch der Knochen – ähnlich wie bei einer Osteotomie – schonend aufgedehnt wird. Da die Primärstabilität auch in unserem Fall sehr gut und das Weichgewebe dick und in gutem Zustand war, erfolgte entgegen der Planung keine Augmentation.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Situation zehn Wochen nach Implantation. Die Weichgewebe sind bereits gut abgeheilt. Wiederum vier Wochen später erfolgte die geschlossene Abformung auf Implantatniveau mit einem individuellen Löffel und Polyether (Abb. 7). Im Labor wurde nach konventioneller Methode ein Meistermodell mit elastischer Silikonzahnfleischmaske erstellt. Auf dem Modellanalog wurde dann zunächst mithilfe einer ausbrennbaren Kunststoffhülse und Wachs der individuelle Aufbau modelliert. Die Kunststoffhülse war bereits mit einem Schraubenkanal versehen, der die spätere Verschraubung des geplanten Zirkoniumdioxidaufbaus erlaubte.



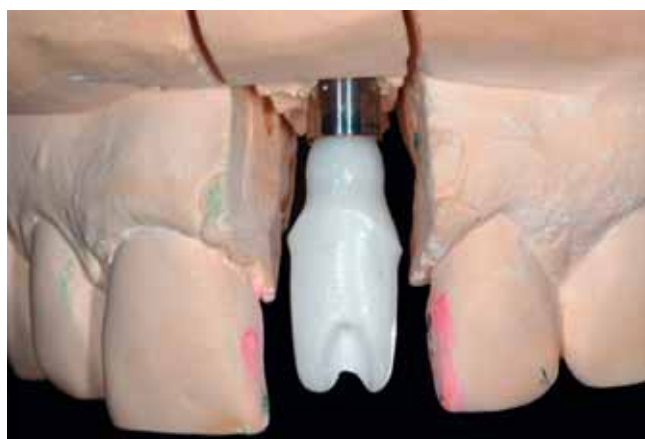
**Abb. 5** Wiederum zehn Wochen später sind die Weichgewebe bereits gut abgeheilt (Ansicht von frontal).



**Abb. 6** Vor Einschrauben des Abformpfostens sind in der Ansicht von inzisal die Innenverbindung des Implantats und der dicke Gewebetyp erkennbar.



**Abb. 7** Der Abformpfosten ist für die geschlossene Abformung auf Niveau der Implantatschulter mit individuellem Löffel und Polyether eingeschraubt.



**Abb. 8** Der individuell modellierte und im Fräszentrum hergestellte Zirkoniumdioxidaufbau auf dem Modell: Um das Durchtrittsprofil sichtbar zu machen, ist die flexible Gingivamaske abgenommen. Der Kronenrand wird leicht submukosal gelegt (Zahntechnik: ZTM Stefan Jenni, Fuhlenbach, Schweiz).

Der Zahntechniker achtete darauf, dass das Emergenzprofil gegenüber dem Gingivaformer leicht erweitert war, sodass der Aufbau einen leichten Druck auf die Weichgewebe ausüben konnte. Dies wurde ohne Beschleifen der Gingivamaske erreicht. Um eine leichte Zemententfernung und langfristige mukosale Gesundheit zu gewährleisten, wurde der zukünftige Kronenrand 0,5 bis 0,7 mm submukosal gelegt. Der modellierte Aufbau wurde schliesslich zusammen mit dem Modell an das zentrale Fertigungszentrum des Implantatherstellers gesandt und dort eingeschickt. Der industriell gefräste Aufbau ist in Abbildung 8 auf dem Modell zu sehen. Abbildung 9 zeigt den bei der Patientin einprobierten Aufbau. Kontrollkriterien für diesen empfehlenswerten Arbeitsschritt sind eine nur leichte Schmerzempfindung und eine nach wenigen Minuten reversible Anämie. Wegen der tiefen Implantatschulter und der kritischen Weichgewebsästhetik musste dieser Arbeitsschritt besonders vorsichtig durchgeführt werden.

Der Aufbau wurde nach der Einprobe im Labor mit feinkörnigen Diamanten und reichlich Spraykühlung in der Laborturbine im Bereich des Kronenrandes leicht modifiziert und mit Gummipolierern und Hochglanzpaste poliert. Im nächsten Schritt wurde der Aufbau wiederum geschickt und im Fräszentrum eine Zirkoniumdioxidkappe bestellt. Diese wurde im Labor mit der darauf abgestimmten Keramik verblendet (Abb. 10). Abbildung 11 zeigt den verschraubten Aufbau, der Schraubenkanal wird vor dem Zementieren mit Teflonband abgedichtet.



**Abb. 9** Der Aufbau wird im Mund einprobiert und anschliessend im mukosalen Durchtrittsbereich sowie im Bereich der Präparationsgrenze noch leicht modifiziert.



**Abb. 11** Vor dem Zementieren der Krone wird der Schraubenschacht des Aufbaus mit Teflonband abgedichtet.



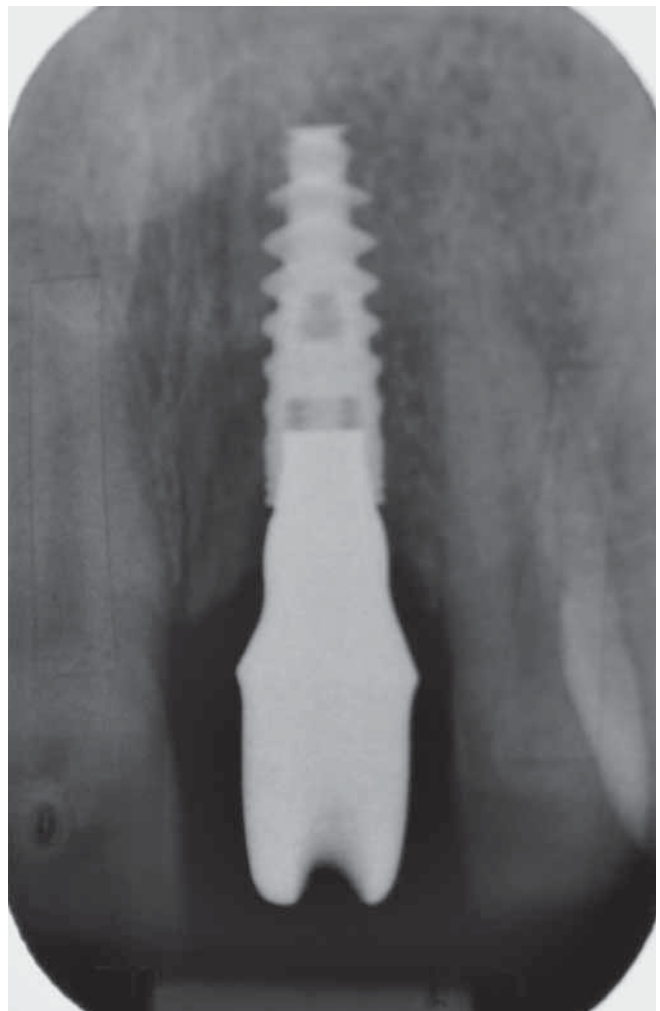
**Abb. 10** Nach Fertigstellung des Aufbaus wird dieser im Labor gescannt und im Fräszentrum ein Kronenkäppchen aus Aluminiumoxidkeramik bestellt. Die Verblendung erfolgt im Labor.

tet. Dieses Material lässt sich gut komprimieren und ist im Bedarfsfall einfach und sauber wieder zu entfernen. In der Röntgenkontrollaufnahme sind der korrekte Sitz des Aufbaus und die gute knöchernen Integration des Implantats zu erkennen (Abb. 12).

Die Abbildungen 13 bis 15 zeigen die Situation unmittelbar und eine Woche nach Zementierung der Krone, die mit adhäsivem Komposit erfolgte. Das Weichgewebsprofil ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht optimal. Ein Jahr nach Implantation und ein halbes Jahr nach Eingliederung der Krone hat sich die Papille aber wieder in physiologischer Weise eingestellt (Abb. 16). Das Röntgenkontrollbild zeigt die gute Osseointegration und die gute Passung der Komponenten (Abb. 17). Auch das grazile Emergenzprofil und der horizontale Versatz des Aufbaus gegenüber der Implantatschulter im Sinne eines Platform-Switching sind gut zu erkennen.

## Diskussion

Die Entwicklung bei CAD/CAM-individualisierten Aufbauten aus Titan und Oxidkeramiken geht in schnellen Schritten weiter. Bisherige Studienergebnisse deuten darauf hin, dass für Zirkoniumdioxidaufbauten gegenüber Titan kein erhöhtes technisches Versagen zu erwarten ist. Die ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten und die sehr gute biologische Gewebever-



**Abb. 12** Kontrollaufnahme des eingegliederten Abutments. Der periimplantäre Knochen stellt sich stabil dar.

träglichkeit von Zirkoniumdioxid machen diese Keramik daher, insbesondere in Verbindung mit CAD/CAM, zum Aufbaumaterial der Wahl im ästhetischen Bereich.

Im oben beschriebenen Patientenfall wurde die CAM-Technologie für die Herstellung des Aufbaus genutzt, der zuvor ohne die verfügbare CAD-Software durch konventionelles Aufwach-



**Abb. 13** Unmittelbar nach der Eingliederung der Krone zeigt sich die typische Anämie der Gingiva, die nach wenigen Minuten wieder verschwindet (Zahntechnik: ZTM Stefan Jenni, Fuhlenbach, Schweiz).



**Abb. 16** Ein Jahr nach Implantation und ein halbes Jahr nach Eingliederung der Krone ist die Papille erwartungsgemäss wieder vorhanden. Verlauf und Zustand der Gingiva sind trotz minimaler Höhendifferenz im mittig-bukkalen Bereich zufriedenstellend.



**Abb. 14** Im Übersichtsbild zeigt sich eine Woche nach der Eingliederung ein harmonisches Bild.



**Abb. 15** In der Nahaufnahme ist erkennbar, dass die Papille den Approximalraum noch nicht vollständig ausfüllt.

sen im Labor gestaltet wurde. Die industrielle Fertigung im Fräszentrum sorgte dafür, dass die Materialqualität derjenigen von konfektionierten Aufbauten entspricht. Dies gilt trotz einer kleinen Nachbearbeitung, die bei fachgerechter Durchführung die mechanische Belastbarkeit nicht signifikant beeinträchtigt (CABRERA ET AL. 2007).

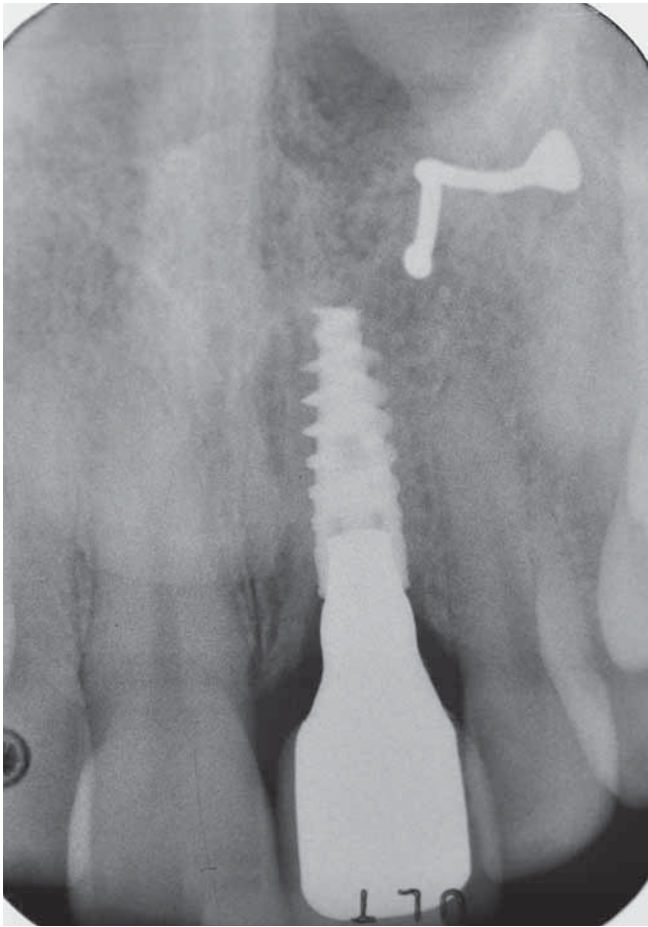
Beim chirurgischen Protokoll waren einige Besonderheiten zu beachten. So wurde wegen des dicken Biotyps und des aus-

reichenden Weichgewebsangebots trotz beeinträchtigter bukkaler Knochenlamelle auf eine Augmentation verzichtet. Das Ergebnis ein halbes Jahr nach Eingliederung der Krone ist trotz einer minimalen Differenz am mittig-bukkalen Gingivarand als ästhetisch sehr gut zu bewerten. Ob sich mittel- und langfristig eine Veränderung im Sinne einer Rezession ergeben wird, bleibt abzuwarten.

Vorbehaltlich weiterer wissenschaftlicher Bestätigung kann hier das Material des Aufbaus (RAFFAELLI ET AL. 2008) und die Kombination von konischer Innenverbindung und horizontalem Versatz des Abutments in Relation zur Implantatschulter (Platform-Switching) als prognostisch günstig bewertet werden (CANULLO ET AL. 2010). Alle diese Faktoren scheinen die Stabilität des krestalen Knochens und die weichgewebige Integration im Durchtrittsbereich zu begünstigen. Evidenzbasierte Langzeitergebnisse, die die Auswirkungen unterschiedlicher Implantatdesigns auf das Knochenniveau dokumentieren, liegen aber noch nicht vor (LANG & JEPSEN 2009).

Der Befund aus dem Röntgenkontrollbild ein Jahr nach Implantation zeigt eine steile Konfiguration des Knochens über der Implantatschulter ohne die bei zweiteiligen Implantaten mit bündiger Aussenverbindung in den ersten Monaten post implantationem beobachtete schüsselförmige Ausweitung infolge des physiologischen Remodellings und unterstützt somit ebenfalls die als günstig eingestufte Prognose (Abb. 17). Im vorgelegten Fall ist die Implantatschulter im Vergleich zum Knochenniveau der Nachbardentition weiter nach apikal positioniert worden. Dieses Vorgehen birgt potenziell die Gefahr bei Vorhandensein eines Biofilms und nachfolgender Ablösung des epithelialen Attachments iatrogen eine Periimplantitis zu verursachen. Dies kann oft auch bei optimaler Mundhygiene nicht vermieden werden, trat in dem vorgelegten Fall allerdings nicht ein.

Auch ein Jahr und neun Monate nach der Eingliederung ist das Ergebnis in Bezug auf die weisse und rote Ästhetik weiterhin als günstig zu bewerten (Abb. 18 und 19). Nach den Kriterien von Belser ergibt sich ein White Esthetic Score von 10 (maximales Ergebnis) und ein Pink Esthetic Score von 8 (BELSER ET AL. 2009). Während die mesiale und distale Papille, die Weichgewebsfarbe und die Weichgewebstextur die maximale Bewertung erhalten, sind die Höhe des Mukosalrandes im Seitenvergleich und das bukkale Weichgewebsprofil nicht ganz optimal.



**Abb. 17** Die knöcherne Situation ist, soweit in der zweidimensionalen Aufnahme zu beurteilen, ebenfalls als günstig anzusehen (selber Zeitpunkt wie Abb. 16). Der Implantatknochenkontakt liegt weit apikal von den benachbarten Knochensepten. Die Verschattung rechts oberhalb der Implantatspitze beschreibt ein Piercing.

Daher kann jeweils nur einer von zwei möglichen Punkten vergeben werden.

Das Emergenzprofil des Aufbaus war durch den relativ schmalen Gingivaformer bereits klinisch vorgegeben. Eine schrittweise Ausformung mithilfe von Kompositprovisorien wäre möglich gewesen. Da die periimplantären Hart- und Weichgewebe aber maximal geschont werden sollten, wurde stattdessen eine frühe definitive Versorgung gewählt. Vorteil des grazilen und konkav gestalteten submukosalen Profils ist ein maximales Volumen für die umgebenden Weichgewebe (SU ET AL. 2010). Dieses Volumen wäre bei wurzelanaloger Gestaltung deutlich geringer ausgefallen und hätte die bukkale Weichgewebisdicke entsprechend reduziert. Dies könnte für die mittel- und langfristige Weichgewebstabilität von Bedeutung sein (ROMPEN ET AL. 2007).

Durch Wahl eines Gingivaformers mit grösserem Durchmesser, der im submukosalen Bereich entsprechend konkav hätte gestaltet werden können, wäre im vorliegenden Fall im Durchtrittsbereich durch die Mukosa dennoch ein grösserer Kronenumfang möglich gewesen. Dies hätte die Entfernung von Zementüberschüssen erleichtert und würde sich unter Umständen auch günstig auf die spätere Mundhygienefähigkeit der Krone auswirken. Mit entsprechender Instruktion lässt sich die vorhandene Restauration aber ebenfalls gut pflegen. Als Fazit ist festzustellen, dass die gewählte Implantatversorgung zu einem ästhetisch und funktionell sehr guten Ergebnis geführt



**Abb. 18 und 19** Ein Jahr und neun Monate nach Eingliederung der Krone zeigen sich der Verlauf der marginalen Gingiva und das weichgewebige Profil gegenüber der Situation nach der Eingliederung weitgehend unverändert.

hat, das die Patientin knapp zwei Jahre nach Eingliederung der Krone zufriedenstellt.

### Materialliste

- Kollagenkegel: Spongostan (Ferrosan, Søborg, Dänemark)
- Temporäre Klammerprothese: Valplast (Valplast, New York, USA)
- Implantat: NobelActive (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Schweiz)
- Silikon für Gingivamaske: GumQuick (Dreve Dentamid, Unna, Deutschland)
- Teflonband (Merox, Wien, Österreich)
- Adhäsiver Zement: RelyX Unicem (Seefeld, Deutschland)
- Zirkoniumdioxidkappchen für definitive Krone: Nobel-Procera Zirconia (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Schweiz)
- Verblendkeramik für definitive Krone: NobelRondo Zirconia (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Schweiz)

### Abstract

SLEITER R: **Anterior crowns on CAD/CAM-customized implant abutments – State-of-the-Art and case report** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 121: 1055–1063 (2011)

Esthetically successful anterior implant-retained restorations pose a challenge for the restorative team. Besides biocompat-



ibility and hard and soft tissue dimensions, functional and technological parameters have to be considered. In this context CAD/CAM-individualized implant abutments have many advantages. These include a flexible angulation in relation to the implant long axis, better emergence profile, optimal positioning of the restorative margin, and certified material quality. Moreover, the surface characteristics of zirconia abutments enhance soft tissue integration in the emergence area between

implant shoulder and the gingival margin. This article summarizes critical factors for successful implant-retained anterior crowns, emphasizing biological and procedure-related questions, and new developments in the field of CAD/CAM-individualized abutments. The state of the art is discussed on the basis of a case report with early implant placement and early restoration with a CAD/CAM-individualized zirconia abutment and a zirconia crown, on a central maxillary incisor.

## Literatur

- ABRAHAMSSON I, BERGLUNDH T, GLANTZ P O, LINDHE J:** The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 25: 721–727 (1998)
- ALVES DA CUNHA T D, CORREIA DE ARAUJO R P, BARBOSA DA ROCHA P V, PAZOS AMOEDO R M:** Comparison of Fit Accuracy between Procera Custom Abutments and Three Implant Systems. *Clin Implant Dent Relat Res* (E-pub 2010/10/28)
- BAIXE S, FAUXPOINT G, ARNTZ Y, ETIENNE O:** Microgap between zirconia abutments and titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 25: 455–460 (2010)
- BELSER U C, GRUTTER L, VAILATI F, BORNSTEIN M M, WEBER H P, BUSER D:** Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol* 80: 140–151 (2009)
- BONNARD P, HERMANS M, ADRIAENSSENS P, DAELEMANS P, MALEVEZ C:** Anterior esthetic rehabilitation on teeth and dental implants optimized with Procera technology: a case report. *J Esthet Restor Dent* 13: 163–171 (2001)
- CABRERA M, HEGENBARTH E, THOMPSON V P, REKOW E D, STAPPERT C:** Fatigue analysis of individualized zirconia implant-abutments and crowns. *IADR 2007, Abstract #0392* ([www.dentalresearch.org](http://www.dentalresearch.org))
- CANULLO L, FEDELE G R, IANNELLO G, JEPSEN S:** Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 21: 115–121 (2010)
- CHANG L C:** Assessment of parameters affecting the presence of the central papilla using a non-invasive radiographic method. *J Periodontol* 79: 603–609 (2008)
- CHEN S T, BUSER D:** Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24 Suppl: 186–217 (2009)
- CHU S J, TAN J H, STAPPERT C F, TARNOW D P:** Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition. *J Esthet Restor Dent* 21: 113–120 (2009)
- DAWSON A, CHEN S T, BUSER D, CORDARO L, MARTIN W, BELSER U:** The SAC classification in implant dentistry. Berlin: Quintessenz, 2009
- DEGIDI M, ARTESE L, SCARANO A, PERROTTI V, GEHRKE P, PIATTELLI A:** Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J Periodontol* 77: 73–80 (2006)
- DE ROUCK T, COLLYS K, WYN I, COSYN J:** Instant provisionalization of immediate single-tooth implants is essential to optimize esthetic treatment outcome. *Clin Oral Implants Res* 20: 566–570 (2009)
- EVANS C D J, CHEN S T:** Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res* 19: 73–80 (2008)
- HOLST A I, NKENKE E, BLATZ M B, GEISELHORINGER H, HOLST S:** Prosthetic considerations for orthodontic implant site development in the adult patient. *J Oral Maxillofac Surg* 67: 82–88 (2009)
- IRINAKIS T, WIEBE C:** Initial torque stability of a new bone condensing dental implant. A cohort study of 140 consecutively placed implants. *J Oral Implantol* 35: 277–282 (2009)
- JUNG R E, SAILER I, HAMMERLE C H, ATTIN T, SCHMIDLIN P:** In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 27: 251–257 (2007)
- KAN J Y, MORIMOTO T, RUNGCHARASSAENG K, ROE P, SMITH D H:** Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 30: 237–243 (2010)
- KAN J Y, RUNGCHARASSAENG K, LOZADA J:** Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18: 31–39 (2003)
- KAPOS T, ASHY L M, GALLUCCI G O, WEBER H P, WISMEIJER D:** Computer-aided design and computer-assisted manufacturing in prosthetic implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24 Suppl: 110–117 (2009)
- KELLY J R, DENRY I:** Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dent Mater* 24: 289–298 (2008)
- NAKAMURA K, KANNO T, MILLEDING P, ORTENGREN U:** Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont* 23: 299–309 (2010)
- LANG N P, JEPSEN S:** Implant surfaces and design (Working Group 4). *Clin Oral Implants Res* 20: 228–231 (2009)
- RAFFAELLI L, ROSSI IOMMETTI P, PICCIONI E, TOESCA A, SERINI S, RESCI F:** Growth, viability, adhesion potential, and fibronectin expression in fibroblasts cultured on zirconia or feldspathic ceramics in vitro. *J Biomed Mater Res A* 86: 959–968 (2008)
- ROMPEN E, RAEPSAET N, DOMKEN O, TOUATI B, VAN DOOREN E:** Soft tissue stability at the facial aspect of gingivally converging abutments in the esthetic zone: a pilot clinical study. *J Prosthet Dent* 97: 119–125 (2007)
- SAILER I, PHILIPP A, ZEMBIK A, PIETURSSON B E, HAMMERLE C H, ZWAHLEN M:** A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 20: 4–31 (2009)
- SAILER I, SAILER T, STAWARCZYK B, JUNG R E, HAMMERLE C H:** 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* 24: 850–858 (2009)
- SCHROPP L, ISIDOR F:** Timing of implant placement relative to tooth extraction. *J Oral Rehabil* 35 Suppl 1: 33–43 (2008)
- SEIBERT J S, LINDHE J:** Esthetics and Periodontal Therapy. In: Lindhe J (ed). *Textbook of Clinical Periodontology*: Munksgaard, 1989: 477–514
- SU H, GONZALEZ-MARTIN O, WEISGOLD A, LEE E:** Considerations of implant abutment and crown contour: critical contour and subcritical contour. *Int J Periodontics Restorative Dent* 30: 335–343 (2010)
- TEUGHELS W, MERHEB J, QUIRYNEN M:** Critical horizontal dimensions of interproximal and buccal bone around implants for optimal aesthetic outcomes: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research* 20: 134–145 (2009)
- WEBER H P, MORTON D, GALLUCCI G O, ROCCUZZO M, CORDARO L, GRUTTER L:** Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24 Suppl: 180–183 (2009)
- WEISGOLD A S, ARNOUX J P, LU J:** Single-tooth anterior implant: a world of caution. Part I. *J Esthet Dent* 9: 225–233 (1997)
- ZEMBIK A, SAILER I, JUNG R E, HAMMERLE C H:** Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 20: 802–808 (2009)