



Full-Mouth-Rehabilitation mit Zirkonoxidimplantaten und einer Zirkonoxidversorgung bei einer Patientin mit einer Titanallergie: Fallbericht aus einer laufenden klinischen Studie

Xavi Oliva, DDS, mSc

Clínica Oliva, Barcelona, Spanien

Josep Oliva, DDS, mSc

Department of Periodontics, Universität Barcelona, Barcelona, Spanien

Josep D Oliva, PhD

Clínica Oliva, Barcelona, Spanien



Korrespondenz an: Dr. Xavi Oliva

Clínica Oliva Dental, Josep Umbert, 126 Granollers, Barcelona, Spanien 08402; Tel: +34938705199. E-Mail: info@clinicaoliva.com



In diesem Fallbericht wird die Full-Mouth-Rehabilitation einer Patientin mit einer Titanallergie beschrieben. Es handelte sich um eine junge Frau mit Amelogenesis imperfecta, bei der eine generalisierte massive Zerstörung der Zähne stattgefunden hatte.

Alle Zähne im Mund wurden extrahiert und es wurden 15 säuregeätzte Cera-Root-Implantate (ICE surface®) inseriert (Oberkiefer: sieben Implantate, Unterkiefer: acht Implantate). Es erfolgte keine sofortige provisorische Versorgung. Die Provisorien wurden drei Monate nach

dem Eingriff inseriert und blieben zwei Monate in Funktion. Die Patientin erhielt zum Schluss Zirkonoxidbrücken mit Keramikverblendung (jeweils drei Brücken im Ober- und im Unterkiefer).

Beim Follow-up-Termin nach drei Jahren waren das Weichgewebe und das Knochenniveau stabil. Zirkonoxid-implantate und -versorgungen können eine Alternative für die orale Rehabilitation von Patienten mit einer Titanallergie sein.

(Eur J Esthet Dent 2010;5:198–211)





Einleitung

Titan (Ti) wird in den letzten 30 Jahren in der Human- und Zahnmedizin immer häufiger eingesetzt. Ti-Legierungen werden vielfach für Dentalimplantate, Endoprothesen, Herzschrittmacher, Stents, kieferorthopädische Brackets und Brillengestelle verwendet. Das Material der Wahl für Dentalimplantate ist kommerziell reines Titan, da seine Biokompatibilität gut dokumentiert ist und es sich gut bearbeiten lässt. Kommerziell reines Titan¹ wird seit etwa 30 Jahren mit hohen Erfolgsraten als Implantatmaterial eingesetzt².

Die oxidierte Ti-Implantatoberfläche hat ein gutes Korrosionsverhalten und eine gute Biokompatibilität. Außerdem osseointegriert sie leicht². Deshalb gilt Titan als besonders gut geeignetes Material für Dentalimplantate und andere prothetische Versorgungen.

Allerdings wird gelegentlich auch über eine Ti-Unverträglichkeit berichtet^{3–11}. Bei Hauttests wurden nur selten positive Reaktionen auf Titan festgestellt^{3,6,12}. Epikutantests, die selbst auch eine Sensibilisierung der T-Lymphozyten auslösen können, sind im Allgemeinen nur für Kontakt-Allergene validiert. Sie sind vor allem für die Diagnostik einer allergischen Überempfindlichkeit der Haut (Kontaktdermatitis) wichtig¹³. Andererseits können bei *In-vitro*-Tests mit dem Lymphozyten-Transformationstest (LTT) sowohl Kontaktallergene als auch Allergene entdeckt werden, die andere allergische Reaktionen auslösen. Als *In-vitro*-Test kann der LTT den Patienten nicht sensibilisieren. Er wird erfolgreich angewandt, um eine Hypersensibilität zu entdecken, die sowohl lokale als

auch systemische Auswirkungen haben kann^{14–19}. Außerdem wurden in mehreren Gruppen die Empfindlichkeit, Spezifität, Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit dieser Methode für das Auffinden einer Metallsensibilisierung dokumentiert. Das gilt insbesondere für die optimierte Version des LTT, die als MELISA® (Memory Lymphocyte Immuno-Stimulation Assay) bezeichnet wird^{20–26}. Deshalb wurde bei der hier vorgestellten Patientin für die Untersuchung und Diagnose der Überempfindlichkeit gegen Titan der MELISA-Test gewählt.

Eine mögliche Alternative zu Titan sind zahnfarbene Materialien, wie z. B. Keramiken^{27,28}. Keramikmaterialien sind hoch biokompatibel und in der Zahnmedizin gut einsetzbar²⁹. Ein Keramikmaterial, das bereits für Dentalimplantate verwendet wurde, ist Aluminiumoxid (Al_2O_3)^{30–32}. Dieses Material zeigte eine gute Osseointegration, aber die mechanischen Eigenschaften waren für die langfristige Belastung nicht geeignet, deshalb wurde es vom Markt genommen.

Vor Kurzem wurde ein weiteres Keramikmaterial vorgestellt, das möglicherweise für Dentalimplantate geeignet ist. Zirkonoxid (ZrO_2) als Metalleersatz besitzt gute physikalische Eigenschaften, wie eine hohe Biegefestigkeit (900 bis 1200 MPa) und Härte (1200 Vickers) sowie einen hohen Weibull-Modulus (10 bis 12)^{33–35}. Die Biokompatibilität des Materials für Dentalimplantate wurde in mehreren Tierstudien nachgewiesen^{36–43}. Auch bei *In-vitro*-Experimenten hat sich gezeigt, dass das Material einer simulierten langfristigen Belastung standhält. Die mechanischen Eigenschaften von Zirkonoxid werden durch

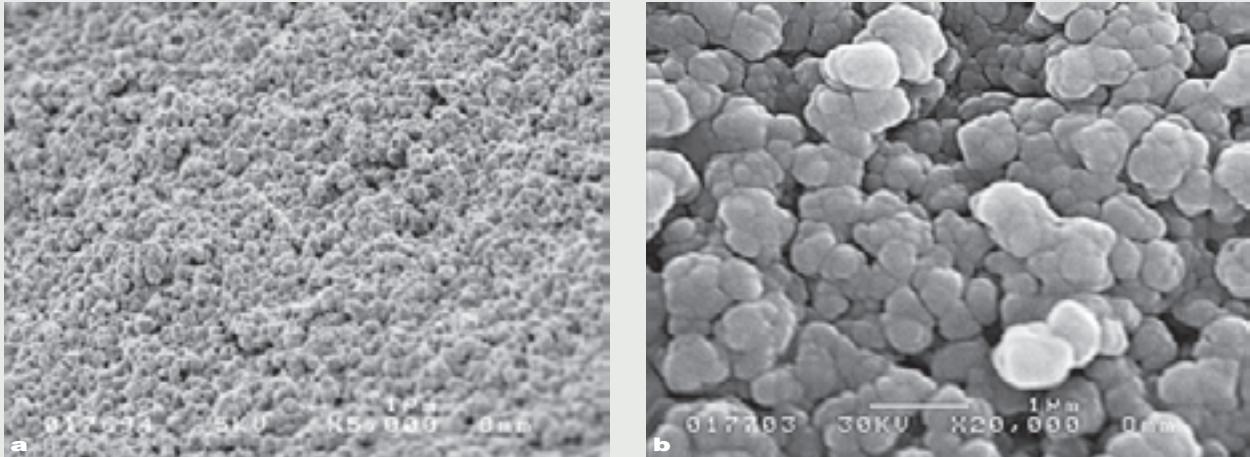


Abb. 1 REM-Aufnahmen von CeraRoot-Implantaten mit ICE-Oberfläche. Links: x 5000; rechts: x 20000.

die mechanische Aufbereitung des Materials beeinflusst^{40,44,45}. Die Alterung von Zirkonoxidimplantaten zeigte in der Kaumaschine keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die durchschnittlichen Bruchfestigkeitswerte der Implantate⁴⁵. Kohal et al.⁴⁶ veröffentlichten einen Fallbericht über ein gefrästes Zirkonoxidimplantat und eine Zirkonoxidkrone bei einem Patienten, bei dem sie ein hervorragendes ästhetisches Ergebnis erzielten. Die moderne Implantatforschung zeigt, dass eine raue Oberflächentopografie wünschenswert ist, um die Osseointegration zu fördern⁴⁷. Das Fräsen von Zirkonoxidrohlingen führt jedoch zu einer relativ glatten Oberfläche. Sennerby et al.⁴³ wiesen an Kaninchen nach, dass poröse Zirkonoxidoberflächen besser standhielten, wenn die Implantate unter Torquebelastung entnommen wurden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch von Gahlert et al.⁴⁸. In einer systematischen Übersichtsarbeit kamen Wenz et al.⁴⁴ zu dem Schluss, dass die Osseointegration von Implantaten aus Y-TZP (Yttrium-stabilisierter tetragonaler Zirkonoxidpolykristall) ähnlich ist wie die

von Titanimplantaten. Die Oberflächenmodifizierungen können die initiale Knochenheilung und das Ausdrehmoment verbessern. Die Degradation bei niedrigen Temperaturen könnte das Verhalten von Y-TZP beeinflussen, allerdings wird dies noch untersucht. Auch das klinische Verhalten von Y-TZP-Implantaten muss noch in Langzeitstudien untersucht werden, ehe die Implantate routinemäßig verwendet werden können.

Beim Langzeitverhalten von Versorgungen auf Y-TZP-Basis kann es größere Unterschiede zwischen den verwendeten Systemen geben. Larsson et al.⁴⁹ berichteten, dass bei manchen Systemen eine inakzeptable Zahl von Frakturen der Verblendkeramik auftreten kann.

In einer neueren Veröffentlichung⁵⁰ berichteten die Autoren dieses Artikels von den vorläufigen Ergebnissen eines Ein-Jahres-Follow-up im Rahmen einer laufenden klinischen Studie zu CeraRoot-Zirkonoxidimplantaten (Oral Iceberg, Barcelona, Spanien). Die Erfolgsrate war ähnlich wie die von Titanimplantaten. Diese noch laufende Untersuchung wurde mit zwei unterschiedlich



Abb. 2 Ausgangssituation: umfangreiche Zerstörung der Zähne.



Abb. 3 Okklusale Ansicht: Es ist nur noch eine minimale gesunde koronale Zahnsubstanz vorhanden.

rauen Oberflächen (eine beschichtet, die andere unbeschichtet) begonnen. Nach der Entwicklung der säuregeätzten Oberfläche (ICE) wurde auch diese in die Studie aufgenommen. Außerdem haben die Autoren⁵¹ das ästhetische Potenzial dieses Implantatsystems in einem ästhetisch sehr anspruchsvollen Fall gezeigt. Der vorliegende Fallbericht ist Teil einer laufenden klinischen Untersuchung zur ICE-Oberfläche (Abb. 1). Es handelt sich um die erste Veröffentlichung zu einer Full-Mouth-Rehabilitation mit ZrO₂-Implantaten und -Restaurationen.

Fallbericht

Eine 38-jährige Frau mit einer Titanallergie und einer schweren generalisierten Amelogenese imperfecta wurde für eine Full-Mouth-Rehabilitation mit Zirkonoxidimplantaten an unsere Praxis überwiesen. Die Patientin berichtete, der Zustand ihrer Zähne habe sich nach ihrer ersten Schwangerschaft mit 28 Jahren immer weiter verschlechtert. Da sie jedoch keine Schmerzen hatte, hatte sie ihre Zähne anschließend immer mehr

vernachlässigt. Bezüglich der Titanallergie berichtete sie von entzündlichen Hautreaktionen, Rötungen und Jucken im Kontakt mit Ringen, Ohrringen, Brillengestellen und jedem längeren Haut-Metall-Kontakt. Deshalb hatte ihr Dermatologe einen MELISA-Test (Melisa Medical, Schweden) durchgeführt, um eine Diagnose zu erhalten. Der Test hatte die starke positive Reaktion auf unterschiedliche Metalle, unter anderem Titan, bestätigt (SI = 40). Es liegen zwar keine eindeutigen wissenschaftlichen Nachweise für Allergien gegen Titan-Dentalimplantate vor, aber der Dermatologe hatte der Patientin wegen ihrer Hautreaktionen auf Metall geraten, weder diese noch andere Metallversorgungen inserieren zu lassen. Die Patientin rauchte fünf Zigaretten am Tag. Außer der Hautallergie waren keine relevanten Vorerkrankungen bekannt.

Eingangsuntersuchung

Bei der Eingangsuntersuchung zeigten sich die umfangreiche Zerstörung der Zähne (Abb. 2 und 3), generalisierte



Alle Rechte vorbehalten



Abb. 4 Lächeln in der Ausgangssituation: Das Gummy Smile fällt auf.

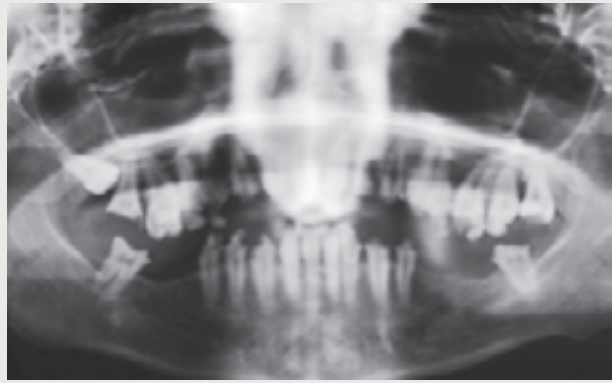







Abb. 5 Panoramaraöntgenaufnahme der Ausgangssituation.

Tabelle 1 CeraRoot-Implantattypen und Indikationen.

CeraRoot 14	CeraRoot 12	CeraRoot 11	CeraRoot 21	CeraRoot 16
				
Für Prämolare	Für untere und obere laterale Schneidezähne	Für obere zentrale Schneide- und Eckzähne	Für kleine obere zentrale Schneide- und Eckzähne	Für Molare

Plaque und eine Gingivitis. Es lagen keine Parodontaltaschen vor (≤ 3 mm Sondierungstiefe), die Zähne 46, 47, 35, 36 und 37 fehlten. Aus der noch vorhandenen Substanz der oberen und unteren Schneidezähne ging hervor, dass die Patientin einen optimalen Overjet und Overbite hatte. Die dentale Mittellinie verlief durch die Gesichtsmitte. Aufgrund der umfangreichen Zerstörung der Zähne hatte ein Verlust der okklusalen vertikalen Dimension stattgefunden. Die Patientin hatte ein Gummy Smile (Abb. 4). Die Panoramaraöntgenaufnahme

(Abb. 5) bestätigte die umfangreiche Zahnzerstörung, aber auch den Erhalt des Alveolarkamms, die Resorption in den unbezahnten Bereichen war moderat. Am Zahn 13 wurden eine chronische periapikale Läsion und eine Fistel entdeckt. Der Zustand aller Zähne wurde zu diesem Zeitpunkt als hoffnungslos eingeschätzt. Daraufhin wurden Alginateabformungen angefertigt und für das Einartikulieren der Studienmodelle erfolgten eine zentrische Bissnahme und ein Gesichtsbogenregistrar.

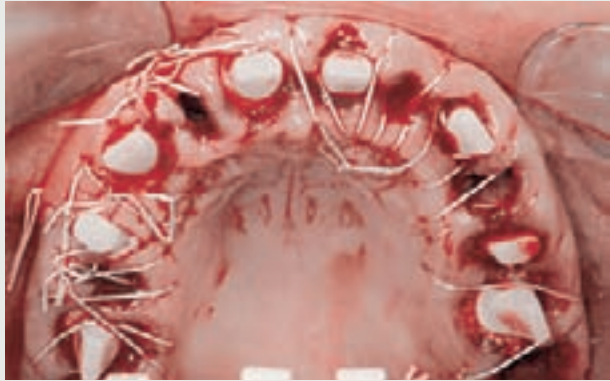


Abb. 6 Okklusale Ansicht nach dem Eingriff im Oberkiefer.



Abb. 7 Okklusale Ansicht nach dem Eingriff im Unterkiefer.

Behandlungskonzept

Für die präoperative Planung wurde ein diagnostisches Wax-up angefertigt, um der Patientin eine Vorstellung vom Behandlungsziel zu vermitteln. Dieses Modell wurde anschließend dupliziert, um Tiefziehschienen anzufertigen, die während der chirurgischen Eingriffe als Referenz dienen sollten.

Die Planung umfasste die Extraktion aller Zähne und die Insertion von Implantaten für eine festsitzende orale Rehabilitation. Dabei sollten ZrO₂-Implantate (CeraRoot-System, Tabelle 1) und -Restorationen zum Einsatz kommen. Dabei handelt es sich um einteilige Implantate mit fünf unterschiedlichen Formen, die den zu restaurierenden Zähnen angepasst sind. Es war vorgesehen, alle Zähne im Oberkiefer zu extrahieren und die Implantate sofort zu inserieren. 15 Tage später sollte im Unterkiefer das gleiche Verfahren erfolgen. Im Unterkiefer war keine sofortige provisorische Versorgung geplant, weil weder ausreichende wissenschaftliche Untersuchungen

dazu noch Langzeitergebnisse zu Full-Mouth-Rehabilitationen mit ZrO₂-Implantaten und sofortiger Funktion vorliegen. Die Dauer der Einheilungsphase mit einer optimalen Integration der Implantate und Weichgewebestabilität wurde mit etwa drei Monaten angesetzt⁵². Außerdem hielten die Autoren es nicht für geraten, langfristig Provisorien mit einer temporären adhäsiven Befestigung zu verwenden und anschließend die Provisorien zu entfernen und damit einen Implantatmisserfolg zu riskieren. In komplexen Fällen ist die Sicherheit der Behandlung immer vorrangig. Das Risiko einer möglichen Überlastung der ZrO₂-Implantatabutments bei zu früher Belastung wurde angesprochen. Die Autoren hielten dieses Risiko für geringer als das Risiko, das mit dem Eingliedern einer sofortigen provisorischen Versorgung entstand.

Die provisorischen Brücken wurden für ein späteres Stadium (drei Monate nach dem Eingriff) geplant, nach der Weichgewebeheilung und Osseointegration der Implantate.



Chirurgisches Vorgehen

Sofern dies möglich war, wurde ein minimalinvasiver Eingriff mit sofortiger lappenloser Implantatinsertion in die Extraktionsalveolen vorgenommen. Eine Ausnahme bildeten der Bereich des oberen rechten Eckzahns, in dem eine apikale Zyste vorlag, und die unbezahnnten Seitenzahnbereiche im Unterkiefer. Die letzteren Bereiche wurden mit einem konventionellen Lappeneingriff behandelt. Da die Patientin vorher eine Klasse-I-Okklusion gehabt hatte und die Mittellinie korrekt war, wurden die Implantate in der Position und Inklination der natürlichen Zähne inseriert (Abb. 6 und 7). Allerdings erfolgte die Bohrerpräparation im Frontzahnbereich des Oberkiefers etwas näher zur palatinalen Knochenwand hin, um das Implantat mehr im palatinalen Knochen zu verankern und einer Fenestration im apikalen Bereich vorzubeugen.

Der Eingriff begann im Oberkiefer. Die zentralen und lateralen Schneidezähne wurden extrahiert und zwei 12 mm CeraRoot-11-Implantate (Gewindedurchmesser 4,8 bis 6 mm) inseriert. Die Implantatlager wurden sorgfältig präpariert und die korrekte Position wurde anhand der chirurgischen Schienen geprüft. Im Frontzahnbereich ist es besonders wichtig, dass die Implantate an der Inzisalkante ausgerichtet sind, um ein optimales ästhetisches Ergebnis der Versorgung sicherzustellen. Als Nächstes wurden die Eckzähne extrahiert und in Regio 23 wurde ein weiteres CeraRoot-11-Implantat inseriert. In Regio 13 war das apikale Drittel der bukkalen Kortikalis aufgrund der periapikalen Läsion und der Fistel resorbiert. Deshalb wurde in diesem Bereich ein trapezförmiger Lap-

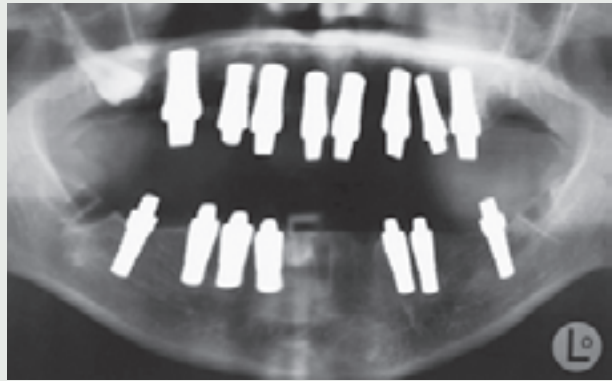


Abb. 8 Postoperative Panoramaraöntgenaufnahme.

pen präpariert. Die apikale Zyste wurde sorgfältig kürettiert und mit Salzlösung gespült. Es wurde ein CeraRoot-11-Implantat inseriert und dann eine Knochenaugmentation vorgenommen. Autogener Knochen aus den Bohrbereichen wurde sofort auf die Implantatoberfläche gegeben. Auf den autogenen Knochen wurde eine zweite Schicht Bio-Oss® (Geistlich, Wolhusen, Schweiz) aufgebracht. Dann wurde der Bereich mit einer Bio-Gide®-Membran (Geistlich) abgedeckt und der Lappen mit Gore-Tex-Nahtmaterial (W L Gore & Associates, Flagstaff, AZ, USA) verschlossen. Anschließend wurden die oberen Prämolare und Molare extrahiert. In Regio 14, 15 und 24 wurden CeraRoot-14-Implantate (Gewindedurchmesser 3,5 bis 4,8 mm) inseriert. In Regio 16 und 26 wurden zwei CeraRoot-11-Implantate eingesetzt. Außerdem erfolgte dort ein Sinuslift nach Summers mit dem Osteotom und es wurde ein Knochen- transplantat (Bio-Oss) inseriert.

Nach diesem Eingriff war das Weichgewebe um die Implantate und Extraktionsalveolen sehr mobil. Deshalb wurde es, vor allem im Bereich der Implantate, mit Nähten stabilisiert, die quer über den Alveolarkamm verliefen.



Die Patientin wurde gebeten, zwei Monate lang nur weiche Nahrung zu sich zu nehmen, damit die Implantate nur minimal belastet wurden. Das potenzielle Risiko eines Implantatmisserfolgs bei vorzeitiger Belastung war bereits frühzeitig mit ihr besprochen worden und sie hatte der Behandlung und den anschließenden Maßnahmen vorbehaltlos zugestimmt.

Es wurde ihr geraten, 15 Tage vor und nach dem Eingriff nicht zu rauchen. Das postoperative Panoramaröntgenbild zeigte eine gute Positionierung der Implantate (Abb. 8).

15 Tage später wurde der Eingriff im Unterkiefer vorgenommen. Die Extraktionen erfolgten ohne Lappenlösung und in die Extraktionsalveolen in Regio 45, 44, 43, 33 und 34 wurden sofort Implantate (CeraRoot 14) inseriert (Abb. 7). Die Extraktionsalveolen im Schneidezahnbereich wurden mit Nähten verschlossen. Die Implantate in Regio 47 und 37 wurden nach dem Lösen eines Lappens im Bereich vom ersten bis zum dritten Molar inseriert. Die Wunden wurden mit Nähten verschlossen. Die Patientin erhielt die gleichen Anweisungen wie nach dem Eingriff im Oberkiefer.

Einheilungszeit

Die Patientin wurde gebeten, während der Einheilungszeit für die regelmäßige Mundhygiene nach den Mahlzeiten eine weiche chirurgische Zahnbürste zu benutzen. 15 Tage nach dem Eingriff wurden die Fäden im Unterkiefer entfernt. Drei Wochen nach dem Eingriff

war das klinische Erscheinungsbild des Weichgewebes sehr zufriedenstellend. Zwei Monate nach dem Eingriff war das Weichgewebe verheilt (Abb. 9). Die Implantate wurden untersucht und es wurde keine Schmerzreaktion beim Klopfen und keine Mobilität festgestellt.

Provisorische Versorgung

Zwei Monate nach dem Eingriff zeigte sich auf der Schulter mehrerer Implantate Weichgewebe, das mit einem Elektroskalpell entfernt wurde. Dann erfolgten direkt, ohne Implantatpräparation, die Abformungen mit einem Polyethermaterial (Impregum™, 3M ESPE, Neuss, Deutschland). Es wurde ein Full-Mouth-Wax-up angefertigt (Abb. 10), das für die Herstellung eines Silikonschlüssels verwendet wurde. Der Schlüssel wurde mit einem dualhärtenden Kunststoff (Protemp™ Garant, 3M ESPE) gefüllt und in den Ober- und Unterkiefer eingesetzt, um ein Provisorium herzustellen. Anschließend wurde das Provisorium poliert und mit GC Temp cement to (GC America Alsip, IL, USA) adhäsiv auf den Implantaten befestigt (Abb. 11).

Die Patientin konnte sich jetzt mit der neuen Okklusion und vertikalen Dimension vertraut machen. Dabei wurde besonders auf die Stabilität des Okklusionsschemas sowie die Ästhetik und Phonetik geachtet. Einen Monat lang wurde die Okklusion jede Woche geprüft. Nach Bedarf wurden die Okklusion und die Ästhetik geringfügig angepasst, um einen Schlüssel für die definitiven Versorgungen zu haben.



Abb. 9 Das Weichgewebe nach dem Eingriff.



Abb. 10 Wax-up des Provisoriums.



Abb. 11 Kunststoffprovisorien in situ, 3 Monate nach dem Eingriff.



Abb. 12 Adhäsive Befestigung der ZrO₂-Brücken.



Abb. 13 Beim Follow-up nach 3 Jahren war das Weichgewebe stabil.



Abb. 14 Panoramarröntgenaufnahme beim Follow-up nach 3 Jahren.



Abb. 15 Lächeln beim Follow-up nach 3 Jahren.



Abb. 16 Laterale Ansicht des Lächelns.

Endgültige Rekonstruktion

Die definitiven Abformungen erfolgten direkt mit einem Polyethermaterial (Impregum), ohne dass eine Präparation der Implantatabutments oder Retraktionsfäden erforderlich waren. Das Provisorium diente als Vorlage für die definitiven Zirkonoxidbrücken (CeraCrown, Oral Iceberg), die abschließend mit einer Keramikverblendung (IPS e-max, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) versehen wurden. Die sechs Brücken wurden mit kunststoffverstärktem Glasionomerzement (FujiCEM, GC America) adhäsiv befestigt. Die Versorgung erhielt eine Front-/Eckzahnführung (Abb. 12).

Follow-up

Drei Jahre nach der Eingliederung der Versorgung waren die ZrO₂-Implantate und -Brücken stabil und die Patientin war zufrieden (Abb. 13). Das Panoramaröntgenbild (Abb. 14) zeigt die marginale Passgenauigkeit der Versorgung und die Stabilität des Knochenniveaus um die Implantate. Das Gummy Smile

(Abb. 15) und die Lippenabstützung hatten sich verbessert (Abb. 16).

Diskussion

Titan-Dentalimplantate sind heute die Versorgung der Wahl für orale Rehabilitationen. Trotzdem sollte bei Patienten, bei denen eine Überempfindlichkeit gegen Metalle vermutet wird, eine Untersuchung der Metallallergie mit dem LTT erwogen werden. Dieser Test hat sich als beste Möglichkeit erwiesen, Haut- und systemische Allergien gegen Titan zu diagnostizieren, auch wenn der Bezug zu Ti-Dentalimplantaten noch nicht wissenschaftlich nachgewiesen wurde.

ZrO₂-Implantate sind in den entsprechenden Fällen eventuell eine gute Alternative zu Ti-Implantaten. Die Biokompatibilität des ZrO₂-Materials ist allgemein akzeptiert und ZrO₂-Implantate mit rauer Oberfläche haben im Vergleich zu ZrO₂-Implantaten mit glatter Oberfläche bessere Knochen-Implantat-Kontaktwerte. Allerdings muss die langfristige Prognose der säuregeätzten CeraRoot-Oberfläche (ICE) noch



nachgewiesen werden. In verschiedenen Veröffentlichungen wurden auch die mechanischen Eigenschaften von ZrO₂-Dentalimplantaten untersucht und gezeigt, dass sie eine hinreichende Festigkeit besitzen, um als Dentalimplantate verwendet zu werden. Eine Präparation mit Diamantbohrern kann diese mechanische Stärke allerdings verändern und die langfristige Intaktheit der Implantate beeinträchtigen⁴⁵. Deshalb sollten ZrO₂-Dentalimplantate verwendet werden, bei denen keine Präparation erforderlich ist. Die Degradation von Y-TZP bei niedrigen Temperaturen und Abplatzungen der Keramikverblendung müssen noch näher untersucht werden.

In dem vorliegenden Fall wurde während der Einheilungszeit erst ein Provisorium eingegliedert, als die Implantate gut osseointegriert waren. Es gibt bisher noch keine wissenschaftlichen Nachweise, Erfahrungen oder langfristigen Ergebnisse, die die sofortige Belastung von ZrO₂-Implantaten bei einer Full-Mouth-Rehabilitation unterstützen. Deshalb beschlossen die Autoren, kein sofort belastetes Provisorium einzugliedern. Der vorliegende Fall galt ohnehin als sehr schwierig, was der Patientin auch erklärt wurde. Um einer vorzeitigen Funktion und Überlastung der Implantate vorzubeugen, vor allem in den transplantierten Bereichen, wurde die Patientin gebeten, zwei Monate lang nur weiche Nahrung zu sich zu nehmen, bis die Osseointegration vollständig erfolgt war. Die meisten Patienten würden eine solche Vorgehensweise, vor allem ohne sofortige provisorische Versorgung, nicht akzeptieren, aber in Fällen wie diesem ist ein besonderes therapeutisches Vorgehen indiziert. Die zukünftige

ge Forschung könnte auch die sofortige provisorische Versorgung von ZrO₂-Implantaten als mögliches Behandlungsprotokoll validieren. Das potenzielle Risiko eines Implantatmisserfolgs hätte reduziert werden können, wenn die Eingriffe nach Quadranten oder sogar Sextanten erfolgt wären. Dann hätte die gesamte Behandlung allerdings auch wesentlich länger gedauert. Das Risiko eines Misserfolgs wegen einer vorzeitigen Überlastung galt als akzeptabel, zumal die Patientin ein hervorragende Compliance zeigte.

Es liegen noch keine langfristigen klinischen Daten zur Prognose von Cera-Root-ZrO₂-Implantaten mit ICE-Oberfläche vor. Dieser Fallbericht ist Teil einer laufenden klinischen Studie⁵⁰, aus der bereits früher vorläufige Ergebnisse veröffentlicht wurden. Das 5-Jahres-Follow-up wird bald veröffentlicht. Die erwartete Erfolgsrate beträgt etwa 95 %. Es wurde nicht von Implantatfrakturen, Periimplantitis oder Knochenverlust berichtet. Bei den Restaurationen traten keine Frakturen der Zirkonoxidgerüste und nur selten Abplatzungen der Verblendkeramik auf. Dies wurde auf die gut gestalteten Zirkonoxidgerüste zurückgeführt. Es wurde besonders auf die korrekte Abstützung der Keramik an den okklusalen, lingualen und interproximalen Seiten der Versorgungen geachtet.

Schlussfolgerungen

Dieser Fallbericht stammt zwar aus einer laufenden klinischen Studie, aber er zeigt, dass auch komplexe und ästhetisch sehr anspruchsvolle Fälle erfolgreich mit ZrO₂-Implantaten und -Ver-



sorgungen behandelt werden können. Soweit die Autoren wissen, handelt es sich hier um den ersten Bericht zu einer Full-Mouth-Rehabilitation mit ZrO₂-Implantaten und -Restorationen. Auch wenn die wenigen verfügbaren wissenschaftlichen Nachweise zu ZrO₂-Implantaten sehr vielversprechend sind, müssen noch Langzeituntersuchungen erfolgen, um den Erfolg, die Stabilität und die Haltbarkeit der CeraRoot-Implantate mit ICE-Oberfläche zu zeigen.

Literatur

1. Kasemo B, Lausmaa J. Biomaterials and implant surfaces: a surface science approach. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3: 247-259.
2. Kasemo B, Lausmaa J. Biomaterials and interfaces. In: Naert I, van Steenberghe D, Worthington P (eds). *Osseointegration in Oral Rehabilitation*. London: Quintessence, 1993:63-75.
3. Abdallah HI, Balsara RK, O'Riordan AC. Pacemaker contact sensitivity: clinical recognition and management. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1017-1018.
4. Berglund F, Carlmark B. Yellow nail syndrome in patients with titanium and gold implants. *Toxicol Lett* 1999;S1:53.
5. Dörner T, Haas J, Loddenkemper C, Von Baehr V, Salama A. *Nat Clin Pract Rheumatol* 2006;2:53-56.
6. Lalor PA, Revell P, Gray AB, Wright S, Railton GT, Freeman MA. Sensitivity to titanium: a cause of implant failure? *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:25-28.
7. Thomas P, Bandl W-D, Maier S, Summer B, Przybilla B. Hypersensitivity to titanium osteosynthesis with impaired fracture healing, eczema, and T-cell hyperresponsiveness *in vitro*: case report and review of the literature. *Contact Dermatitis* 2006;55:199-202.
8. Viraben R, Boulinguez S, Alba C. Granulomatous dermatitis after implantation of a titanium containing pacemaker. *Contact Dermatitis* 1995;33:437.
9. Du Preez LA, Bütow KW, Swart TJ. Implant failure due to titanium hypersensitivity/allergy? Report of a case. *SADJ* 2007;62:24-25.
10. Flatebø RS, Johannessen AC, Grønningsaeter AG, Bøe OE, Gjerdet NR, Grung B, Leknes KN. Host response to titanium dental implant placement evaluated in a human oral model. *J Periodontol* 2006; 77:1201-1210.
11. Holgers KM, Thompson P, Tjellström A. Persistent irritation of the soft tissue around an osteointegrated titanium implant. Case report. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1994;28: 225-230.
12. Peters MS, Schroeter AL, van Hale HM, Broadbent JC. Pacemaker contact sensitivity. *Contact Dermatitis* 1984;11:214-218.
13. Koch P. Kontakallergien bei Metallarbeitern (in German). *Dermatosen Occup Environ* 1996;44:62-67.
14. Halpern B, Amache N. Diagnosis of drug allergy *in vitro* with the lymphocyte transformation test. *J Allergy* 1967;40:168-181.
15. Müller K. BfArM verfolgt Strategien der Vergangenheit (in German). *Z f Umweltmed* 2002;3: 128-133.
16. Müller KE. Zwei Episoden eines Guillain-Barré-Syndrom (GBS) nach Roxithromycin und Mercurius solubilis (in German). *Umwelt Medizin Gesell* 2003;16:101-102.
17. Müller K, Valentine-Thon E. Hypersensitivity to titanium: Clinical and laboratory evidence. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27(Suppl 1):31-35.
18. Stejskal VDM, Forsbeck M, Nilsson R. Lymphocyte transformation test for diagnosis of isothiazolinone allergy in man. *J Invest Dermatol* 1990;94:798-802.
19. Warrington RJ, Tse KS. Lymphocyte transformation studies in drug hypersensitivity. *Can Med Assoc J* 1979;120:1089-1094.
20. Bartram F, Donate H-P, Müller K et al. Significance of the patch test and the lymphocyte transformation test in the diagnostics of type IV sensitization. Statement of the German Professional Association for Environmental Medicine (in German with English abstract). *J Lab Med* 2006;30:101-106.
21. Hallab N, Merritt K, Jacobs JJ. Metal sensitivity in patients with orthopedic implants. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:428-436.
22. Stejskal VD, Danersund A, Lindvall A et al. Metal-specific lymphocytes: biomarkers of sensitivity in man. *Neuro Endocrinol Lett* 1999;20:289-298.
23. Stejskal VDM, Cederbrant K, Lindvall A, Forsbeck M. MELISA – an *in vitro* tool for the study of metal allergy. *Toxicol In Vitro* 1994;8:991-1000.
24. Valentine-Thon E, Schiwara H-W. Validity of MELISA[®] for metal sensitivity testing. *Neuro Endocrinol Lett* 2003;24:57-64.
25. Valentine-Thon E, Sandkamp M, Müller K, Guzzi G, Hartmann T. Metallsensibilisierung: Nachweis, Validierung und Verlaufskontrolle mittels Lymphozyten-Transformations-Test (LTT-MELISA[®]) (in German). *Zs f Orthomol Med* 2005;1:12-15.



26. Valentine-Thon E, Müller K, Guzzi G, Kreisel S, Ohnsorge P, Sandkamp M. LTT-MELISA[®] is clinically relevant for detecting and monitoring metal sensitivity. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27(Suppl 1):17-24.
27. Heydecke G, Kohal R, Glaser R. Optimal esthetics in single-tooth replacement with the Re-Implant system: a case report. *Int J Prosthodont* 1999;12:184-189.
28. Wohlwend A, Studer S, Schärer P. The zirconium oxide abutment—a new all-ceramic concept for esthetically improving suprastructures in implantology (in German). *Quintessenz Zahntech* 1996;22:364-381.
29. Silva VV, Lameiras FS, Lobato ZI. Biological reactivity of zirconia-hydroxyapatite composites. *J Biomed Mater Res* 2002;63:583-590.
30. Schulte W, d'Hoedt B. 13 years of the Tübingen implant system made by Frialit—additional results (in German). *Zeitschrift Zahnärztliche Implantologie* 1988;3:167-172.
31. Schulte, W. The intraosseous Al₂O₃ (Frialit) Tübingen Implant. Developmental status after eight years (I-III). *Quintessence Int* 1984;15:1-39.
32. De Wijs FLJA, Van Dongen RC, De Lange GL. Front tooth replacement with Tübingen (Frialit) implants. *J Oral Rehabil* 1994;21:11-26.
33. International Organization for Standardization. Implants for surgery—ceramic materials based on Ytria stabilized tetragonal zirconium (Y-TZP). ISO 13356, 1997.
34. Piconi C, Burger W, Richter HG et al. Y-TZP ceramics for artificial joint replacements. *Biomaterials* 1998;19:1489-1494.
35. Stevens R. Zirconia and Zirconia Ceramics. An Introduction to Zirconium, ed 2. London, Litho 2000, 1986:1-51.
36. Albrektsson T, Hansson HA, Ivarsson B. Interface analysis of titanium and zirconium bone implants. *Biomaterials* 1985;6:97-101.
37. Akagawa Y, Ichikawa Y, Nikai H, Tsuru H. Interface histology of unloaded and early loaded partially stabilized zirconium endosseous implant in initial bone healing. *J Prosthet Dent* 1993;69:599-604.
38. Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, Kamayama K. Comparison between freestanding and tooth-connected partially, stabilized zirconium implants after two years' function in monkeys: a clinical and histological study. *J Prosthet Dent* 1998;80:551-558.
39. Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H. Tissue compatibility and stability of a new zirconium ceramic *in vivo*. *J Prosthet Dent* 1992;68:322-326.
40. Kohal RJ, Papavasiliou G, Kamposiora P, Tripodakis A, Strub JR. Three-dimensional computerized stress analysis of commercially pure titanium and yttrium-partially stabilized zirconium implants. *Int J Prosthodont* 2002;15:189-194.
41. Kohal RJ, Hürzeler MB, Mota LF, Klaus G, Caffesse RG, Strub JR. Custom-made root analogue titanium implants placed into extraction sockets: an experimental study in monkeys. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:386-392.
42. Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub J. Loaded custom-made zirconium and titanium implants show similar osseointegration. *J Periodontol* 2004;75:1262-1268.
43. Sennerby L, Dasmah A, Larsson B, Iverhed M. Bone tissue responses to surface-modified zirconium implants: a histomorphometric and removal torque study in the rabbit. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(Suppl 1):13-20.
44. Wenz HJ et al. Osseointegration and clinical success of zirconia dental implants: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2008;21:27-36.
45. Andreiotelli M. Survival rate and fracture resistance of zirconium dioxide implants after exposure to the artificial mouth: an *in-vitro* study. Inaugural dissertation [thesis]. Freiburg: Universität Freiburg, 2006.
46. Kohal RJ, Klaus G. A zirconium implant/zirconium crown system: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:147-153.
47. Wennerberg A. On surface roughness and implant incorporation [thesis]. Göteborg: University Göteborg, 1996.
48. Gahlert M, Gudehus T, Eichhorn S, Steinhäuser E, Knia H, Erhardt W. Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconium implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:662-668.
49. Larsson C, Vult von Steyern P, Sunzel B, Nilner K. All-ceramic two- to five-unit implant-supported reconstructions: a randomized, prospective clinical trial. *Swed Dent J* 2006;30:45-53.
50. Oliva J, Oliva X, Oliva DJ. One-year follow-up of first consecutive 100 zirconium dental implants in humans: a comparison of two different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22: 430-435.
51. Oliva J, Oliva X, Oliva DJ. Zirconia implants and all-ceramic restorations for the esthetic replacement of the maxillary central incisors. *Eur J Esthet Dent* 2008;2:174-185.
52. Kois JC, Kan JY. Predictable peri-implant gingival aesthetics: surgical and prosthodontic rationales. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13:691-698; quiz 700, 721-722.