

# Vollkeramische Rekonstruktion mit Zirkoniumoxid-Implantaten

Wiederherstellung der komplexen OK-Frontzahnücke mit einem White-Sky-Implantat – eine Falldarstellung

In der Implantologie wird aus wirtschaftlichen und medizinischen Gründen zunehmend häufig der Keramikwerkstoff Zirkoniumoxid eingesetzt. Die spezifischen Eigenschaften dieses Materials bedingen eine hohe Bruch- und Biegefestigkeit und eine hervorragende Biokompatibilität. Neben Zirkoniumabutments und -kronen steigt nicht nur bei Patienten mit bekannten Metallunverträglichkeiten auch die Nachfrage nach Zirkoniumoxid-implantaten.

Im vorliegenden Fall wurde bei einer 44-jährigen Patientin nach Knochen- und Weichgewebsaufbau zweizeitig ein Zirkoniumoxid-implantat (White Sky, Bredent) regio 21 inseriert. Nach einer Einheilzeit von drei Monaten wurde eine Zirkoniumoxidkrone eingegliedert. Zwölf Monate nach Abschluss der Behandlung zeigten sich bei der Kontrolle sowohl in funktioneller als auch in ästhetischer Hinsicht stabile und ansprechende Verhältnisse.

Nach heutigem Kenntnisstand scheinen vollkeramische Rekonstruktionen eine funktionsfähige Alternative zu herkömmlichen Versorgungsmitteln mit Titanwerkstoffen zu sein.

## Einleitung

Patienten fordern immer häufiger die metallfreie implantologische und prothetische Versorgung von Zahnücken. Insbesondere Patienten mit bekannten Allergien oder Fremdkörperreaktionen erhoffen sich durch die

Verwendung des Zirkoniumoxid (ZrO)-Werkstoffes eine erhöhte Biokompatibilität. Zusätzlich erwarten Patienten von zahnfarbenen ZrO-Implantaten, ZrO-Abutments und ZrO-Kronen eine schönere Rot-Weiß-Ästhetik.

Für medizinische beziehungsweise zahnmedizinische Implantate geeignete Keramikwerkstoffe enthalten bioinerte, nicht resorbierbare Werkstoffe wie Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oder Zirkoniumdioxid (ZrO<sub>2</sub>). Zirkoniumoxid ist ein Metalloxid, hat aber keine metallischen Eigenschaften, weshalb es z. B. wie ein Isolator wirkt und keinen Strom leitet. Die Zirkoniumoxid-Implantatsysteme weisen bei allen Herstellern die gleichen Werkstoffparameter und Materialeigenschaften auf entsprechend der ISO-Norm 13356. Bedingt durch die Legierung mit 3-Mol-% Yttriumoxid wird dieses Zirkoniummaterial auch als „Yttrium-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal“ (Y-TZP) bezeichnet.<sup>13, 22</sup>

Die Anwendung von keramischen Implantaten geht auf die wissenschaftlichen Arbeiten von Professor Schulte in den Anfängen der Implantologie, Mitte der 1970er-Jahre, zurück. Die damals angefertigten Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramikimplantate (Tübinger Implantate) wurden als transgingival einheilende, zweiteilige Implantatsysteme vor allem für Einzelzahnersatz bei der Sofortimplantation in ästhetisch relevanten Regionen eingesetzt.<sup>6, 7</sup> Bedingt durch spezifische Materialeigenschaften und aufgrund der Zementierungsver-

bindung zwischen Krone und Implantatkörper (Abb. 1a, 1b) traten beim Tübinger Implantat zahlreiche Spätfrakturen auf.<sup>20, 21</sup>

Dentale Zirkoniumoxidimplantate sind absolut bioinert. Sie weisen eine hervorragende Weichgewebskompatibilität auf, sind korrosionsresistent und erscheinen bei Röntgenuntersuchungen radiopak. ZrO-Implantate haben eine hohe Biege- und Bruchfestigkeit. Die Biegefestigkeit dieser Implantate ist doppelt so hoch wie ursprünglich bei den Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramikimplantaten. Die hohe Bruchfestigkeit von Zirkoniumoxid ist bedingt durch die hohe Energieabsorbierungseigenschaft, die durch die Umwandlung der tetragonalen Partikel in monoklinische Partikel entsteht. Zirkoniumoxid besitzt darüber hinaus eine Art Rissstoppwirkung: Mikrorissausbreitungen werden deutlich erschwert und wandern – wie z. B. Brüche bei einer PKW-Windschutzscheibe – nicht weiter.<sup>17</sup> Die Anwendung der zahnfarbenen ZrO-Produkte bietet sich insbesondere bei sensiblen Patienten mit bekannten Unverträglichkeitsreaktionen sowie in ästhetisch kritischen Bereichen an.<sup>23, 24</sup>

## Fallbeschreibung

Eine 44-jährige weibliche Patientin wurde von ihrem Zahnarzt zur chirurgischen Rekonstruktion einer Oberkiefer-Frontzahnücke regio 21 überwiesen. Behandlungsziel von Zahnarzt und Patientin war eine festsitzende, implantatgestützte, komplette ZrO-Versorgung.

Die klinische und radiologische Untersuchung der Patientin zeigte ein lokales Hart- und Weichgewebsdefizit mit parodontalem Attachmentverlust regio 11 bei einem vertikalen Frontzahnüberbiss von 5 mm. Der schwierigen Ausgangssituation entsprechend wurde für die Rekonstruktion der Frontzahnücke 21 ein zweizeitiges chirurgisches Vorgehen geplant (Abb. 2a, 2b, 2c). Im Mai 2006 erfolgte in Lokalanästhesie die Transplantation eines Knochenblocks

vom linken Kieferwinkel (Linea obliqua externa) und die Augmentation des crestalen Weichgewebes durch ein freies Bindegewebsstransplantat vom Gaumen. Zusätzlich erfolgte die Applikation von partikulärem bovines Knochensatzmaterial und die lokale Abdeckung mit einer Kollagenmembran (Abb. 3a, 3b, 3c).

Nach einer Einheilzeit von vier Monaten wurden das Osteosynthesematerial entfernt und ein White Sky Implantat (Bredent) mit dem Durchmesser 4,0 und der Länge 14 mm bohrschablonengestützt (Orientierungsschablone) primär stabil in idealer oro-vestibulärer Ausrichtung<sup>6</sup> inseriert. Gleichzeitig wurde das Weichgewebe durch eine modifizierte Rollappen-Technik nach Scharf und Tarnow<sup>18</sup> weiter aufgebaut. Das Implantat wurde unter Korrektur der koronalen Achse sofort mit Diamantschleifkörpern für die Abdrucknahme präpariert (Abb. 4a, 4b, 4c, 4d). Während der Einheilzeit trug die Patientin eine herausnehmbare Kunststoff(deck)prothese als Provisorium (Abb. 5). Nach einer Osseointegrationsphase von drei Monaten wurde vom Zahntechniker eine ZrO-Krone hergestellt. Diese wurde der Patientin vom Zahnarzt in leichter Infraokklusion eingegliedert.

Zwölf Monate nach Implantation war bei der Röntgenkontrolle ein stabiles periimplantäres Interface mit dezentem zervikalem Remodelling erkennbar. Die klinische Untersuchung zeigte reizlose Verhältnisse mit einer ansprechenden Rot-Weiß-Ästhetik (Abb. 6, 7).

## Diskussion

Der einteilige ZrO-Implantatkörper erfordert vor allem in ästhetisch relevanten Regionen eine exakte Planung und Umsetzung der chirurgischen und prothetischen Versorgung. Bei kompromittierter Ausgangssituation des Hart- und Weichgewebes ist erhöhter rekonstruktiver chirurgischer und prothetischer Aufwand unumgänglich. Im Vergleich zu

zweiteiligen Titanimplantaten ist ein Ausgleich der interalveolären Relation in relativ geringem Ausmaß (maximal bis zu zirka 20 Grad) durch die Beschleifung des abutmentanalogen koronalen Implantatkörpers (Aufbau) möglich. Der erhöhte chirurgische Aufwand ist insbesondere bei Patienten mit bekannter Metallsensibilität gerechtfertigt. Der als diagnostisches Verfahren anerkannte MELISA-Test erlaubt in Kombination mit der Bestimmung der ALP (alkaline Phosphatase)-Aktivität die selektive Bestimmung dieses Risikos.<sup>7, 25, 33, 34</sup>

Zahlreiche tierexperimentelle Untersuchungen untermauern die überaus guten physikalischen Eigenschaften von Zirkoniumdioxid in Verbindung mit einer exzellenten Biokompatibilität.<sup>1, 2</sup> Diese Studien belegen weiterhin die ausreichende Stabilität von Zirkonium zur Aufnahme von physiologischen okklusalen Kaukräften. Dafür spricht zum Beispiel die hohe Biegefestigkeit von 900–1.300 MPa, die große Härte von 1.200 Vickers und der hohe Weibull-Modul von 10–12.<sup>1, 3, 10, 11, 13, 15, 16, 26, 27, 28, 29</sup> Neuere Untersuchungen ergaben zudem, dass komplette ZrO-Versorgungen auch die biomechanischen Anforderungen der Frontzahnregionen erfüllen.<sup>9</sup> Zusätzlich wurde für Zirkoniumoxid eine viel geringere Wärmeleitfähigkeit als für Metall nachgewiesen, sodass zum Beispiel laser- und hochfrequenzchirurgische Techniken bei periimplantären Weichgewebskorrekturen mit geringem Risiko angewendet werden können.<sup>14</sup>

Die schlechte Plaquehaftung auf (ZrO-)Keramikoberflächen ist im Gegensatz zu Kunststoff- und Titanoberflächen mit einer geringeren Verfärbungstendenz und mit reizloseren Weichgewebsverhältnissen verbunden.<sup>4</sup>

Die meisten Untersuchungen zur Osseointegration zeigen für Zirkonium- und Titanimplantate ein vergleichbares periimplantäres Interface.<sup>30</sup> In einer tierexperimentellen Studie von Dubrulle et al.<sup>22</sup> wurde sogar ein durchschnittlich



Abb. 1a



Abb. 1b



Abb. 2a

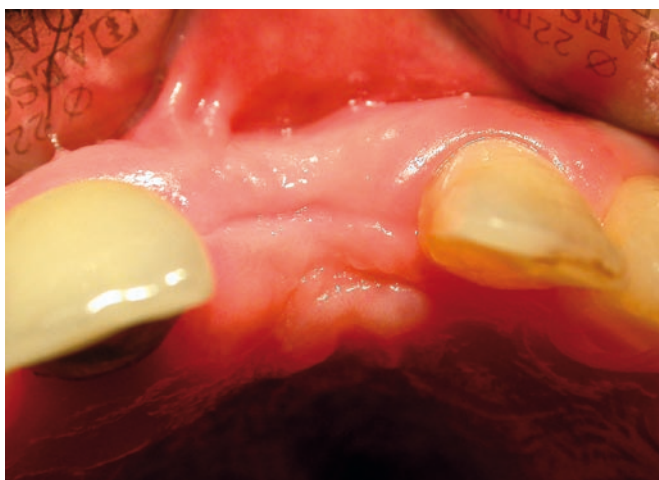


Abb. 2b

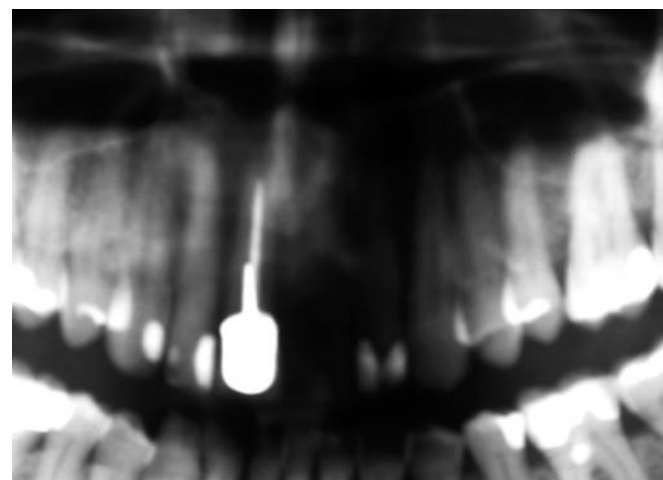


Abb. 2c



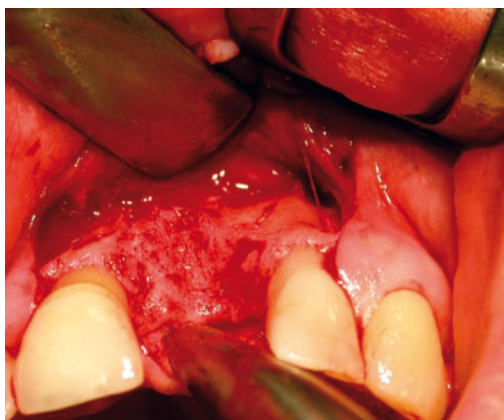


Abb. 3a



Abb. 3b

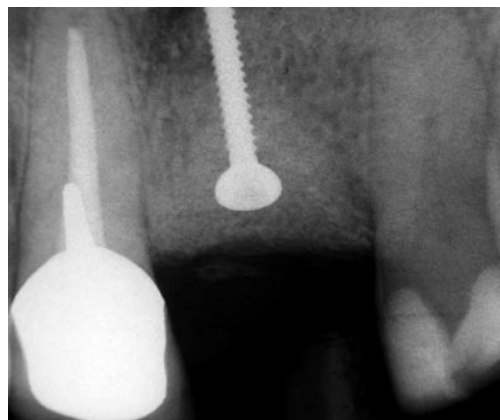


Abb. 3c



Abb. 4a

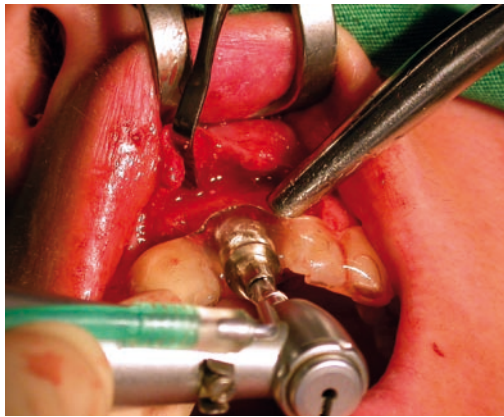


Abb. 4b



Abb. 4c

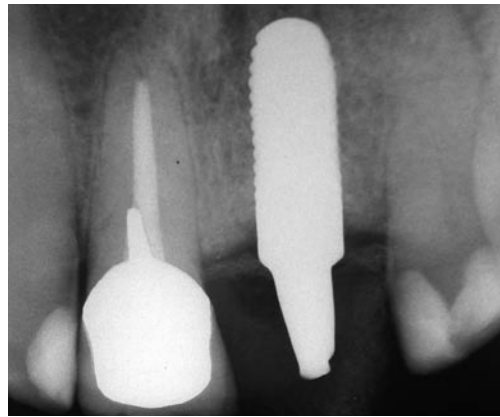


Abb. 4d



Abb. 5



Abb. 6

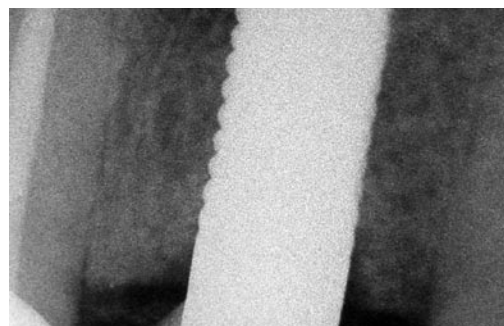


Abb. 7

höherer Knochen-Implantat-Kontakt für ZrO-Implantate nachgewiesen. Eine weitere tierexperimentelle Studie von Sollazzo et al. führte zu dem Ergebnis, dass die Osseointegration von Implantaten durch eine ZrO-Beschichtung (zirconium oxide coating) verstärkt werden kann.<sup>19</sup> Sowohl für Zirkoniumoxid- als auch Titanimplantate gilt, dass aufgeraute Oberflächen im Vergleich zu maschinieren Oberflächen zu einer schnelleren Knochenapposition und zu einer erhöhten Implantatstabilität führen.<sup>5, 8</sup> Trotz der geringeren Oberflächenrauigkeit ist nach eigenen Erfahrungen für die Osseointegration der ZrO-Implantate eine Einheilzeit von durchschnittlich drei bis vier Monaten bis maximal sechs Monaten selbst in augmentierten Bereichen in der Regel völlig ausreichend. Während der Osseointegrationsphase müssen jedoch Zirkoniumimplantate unbedingt durch Provisorien vor frühzeitigen Fehlbelastungen geschützt werden.

Oberflächen von Titanimplantaten weisen eine Schutzschicht von Titaniumoxid auf. Herkömmliche Titanimplantate sind bioinert und korrosionsresistent. Insbesondere bei Vorliegen von Titanlegierungen besteht jedoch ein erhöhtes Risiko, dass toxische Substanzen in das periimplantäre Gewebe austreten.

Die Oberflächen der ZrO-Implantate sind auch bioinert, die Ionenfreisetzung ist im Vergleich zu Titanoberflächen minimal. Bei histologischen Analysen konnten

keine toxischen, immunologischen oder karzinogenen Effekte von Zirkonium nachgewiesen werden.<sup>12, 13, 17, 31</sup>

Die radioaktive Strahlenbelastung von Zirkoniumoxid ist weit geringer als diejenige von natürlichen oder kosmischen Strahlungsquellen. In einer vergleichbaren Größenordnung liegt zum Beispiel die radioaktive Strahlenbelastung von Aufbrennkeramik, CrCo-Legierungen, Kunststoffen in der zahnärztlichen Prothetik und anderen Materialien, die leicht strahlende Keramikbestandteile als Röntgenkontrastmittel enthalten.<sup>13, 32</sup>

#### Schlussfolgerung

Nach heutigem Kenntnisstand sind Zirkoniumoxid-Implantate eine funktionsfähige Alternative zu herkömmlichen Titanimplantaten sowohl im Seitenzahnbereich als auch in ästhetisch relevanten Regionen. Insbesondere im Oberkiefer-Frontzahnbereich erfordert das einteilige Implantatdesign im Vergleich zu zweiteiligen Titanimplantaten eine präzise präoperative Ästhetik-Analyse. Bei kompromittierter Ausgangssituation ist ein Aufbau des Hart- und/oder Weichgewebes für eine Optimierung der interalveolären Relation und der Rot-Weiß-Ästhetik unverzichtbar. ZrO hat eine hervorragende Biokompatibilität. Die ZrO-Implantatoberfläche ist deutlich weniger anfällig für das Auftreten einer Periimplantitis als die herkömmlichen Titanoberflächen.

Die Plaquehaftung und die Verfärbungstendenz ist bei ZrO-Werkstoffen deutlich geringer als bei alternativen Materialien.

Zahlreiche Studien belegen, dass dieser Werkstoff auch langfristig durch physiologische Kaukräfte belastbar ist. Bedingt durch das einteilige Implantatdesign und die stark verbesserten Materialeigenschaften scheint das Risiko von Spätkraturen im Vergleich zu den Tübinger Implantaten sehr niedrig.

Das mit dem intraoralen Schleifprozess verbundene Bruchrisiko ist bei regelrechter Vorgehensweise auch aufgrund der material-spezifischen „Defektblocker-Eigenschaft“ als gering einzuschätzen. Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass die Materialeigenschaften der aktuellen einteiligen Zirkoniumimplantate im Vergleich zu den ursprünglichen aluminiumoxidhaltigen zweiteiligen Keramikimplantaten mit einem nur sehr geringen Frakturrisiko verbunden sind. Diese Ergebnisse stimmen auch mit den bisherigen Erfahrungen bei der Anwendung von Zirkonium-Suprastrukturen überein.

Die geplante Markteinführung von Zirkoniumimplantaten durch

weiterer Hersteller ist ein deutlicher Hinweis dafür, dass sich Zirkoniumoxid-Implantatsysteme längst nicht mehr im Experimentierstadium bewegen.

#### Korrespondenzadresse:

Dr. Burghard PETER  
Facharzt für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie  
Berchtesgadner Straße 11  
5020 Salzburg  
Tel: 0043/(0)662-830808  
E-Mail: info@miramed.at

#### Zahnarzt, der bei der Patientin die Krone eingliederte:

Dr. Günter Mayr, Salzburg  
Involvierter Zahntechniker:  
ZTM Peter Stürzer, Salzburg

#### Literaturquellen

- Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, Kamayama K: Comparison between free-standing and tooth-connected partially stabilized zirconia implants after two years function in monkeys: A clinical and histologic study. *J Prosthet Dent* 1998; 80(5): 551-558
- Akagawa Y, Ichikawa Y, Nikai H, Tsuru H: Interface histology of unloaded and early loaded partially stabilized zirconia endosseous implant in initial bone healing. *J Prosthet Dent* 1993; 69(6): 599-604
- Att W, Kurun S, Gerds T, Strub JR: Fracture resistance of single-tooth implant-supported all-ceramic restorations after exposure to the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 2006; 33(5): 380-386
- Chang PP, Henegbarth EA, Lang LA: Maxillary zirconia implant fixed partial dentures opposing an acrylic resin implant fixed complete denture: A two-year clinical report. 2007; 97: 321-330
- Gahlert M, Gudehus T, Eichhorn S, Steinhauser E, Kniha H, Erhardt W: Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconia implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res* 2007; 6(30): Epub ahead of print
- Funato A, Salama MA, Ishikawa T, Garber DA, Salama H: Timing, positioning, and sequential staging in esthetic implant therapy: A four-dimensional perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 313-323
- Karapetian VE, Neugebauer J, Scholz K-H, Zoller JE: Die völlige ZrO-Keramik-implantatversorgung mittels Z-Systems-Implantaten. *Oralchirurgie Journal* 2006; 2: 37-40
- Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub JR: Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: An animal experiment. *J Periodontol* 2004; 75(9): 1262-1268
- Kohal RJ, Klaus G, Strub JR: Zirconia-implant-supported all-ceramic crowns withstand long-term load: A pilot investigation. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17(5): 565-571
- Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Klaus G: Zirkonoxid-Implantate unter Belastung. Eine vergleichende histologische, tierexperimentelle Untersuchung. *Z Zahnärztl Impl* 2003; 19(2): 88-91
- Kohal RJ, Klaus G, Strub JR: Zirconia-implant-supported all-ceramic crowns withstand long-term load: A pilot investigation. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17: 565-571
- Lacefield WR: Materials characteristics of uncoated/ceramic-coated implants materials. *Adv Dent Res* 1999; 13: 21-26
- Lechner J: Ist Zahnersatz aus Zirkonoxid radioaktiv und krebserregend? Sonderdruck aus GZM Netzwerk-Journal - Praxis und Wissenschaft 2003; 8. Jg.(2): 18-20
- Minamizato T: Slip-cast zirconia dental roots with tunnels drilled by laser process. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 677-684
- Oliva J, Oliva X, Oliva J: one-year follow-up of first consecutive 100 zirconia dental implants in humans: A comparison of 2 different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22: 430-435
- Kohal RJ, Papavasiliou G, Kamposiora P, Tripodakis A, Strub JR: Three-dimensional computerized stress analysis of commercially pure titanium and yttrium-partially stabilized zirconia implants. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 189-194
- Scarano A, Di Carlo F, Quaranta M, Piattelli A: Bone response to zirconia ceramic implants: an experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2003; 19(1): 8-12
- Scharf DR, Tarnow DP: Modified roll technique for localized alveolar ridge augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992; 12(5): 415-425
- Sollazzo V, Pezzetti F, Scarano A, Piattelli A, Bignozzi CA, Massari L, Brunelli G, Carinci F: Zirconium oxide coating improves implant osseointegration in vivo. *Dent Mater* 2007; 7(17): Epub ahead of print
- Schulte W: The intra-osseous APO<sup>3</sup> (Frialit) Tübingen Implant. Development status after eight years (I-III). *Quintessence Int* 1984; 15: 1-39
- Schulte W, d'Hoedt B: 13 Jahre Tübingen Implantat von Frialit - weitere Ergebnisse. *Z Zahnärztl Implantol* 1988; 3: 167-172
- Dubruille JH, Viguier E, Le Naour G, Dubruille MT, Aurioi M, Le Charpentier Y: Evaluation of combinations of titanium, zirconia and aluminium implants with 2 bone fillers in the dog. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 1-7
- Rosengren A, Pavlovic E, Oscarsson S, Krajewski A, Ravaglioli A, Piancastelli A: Plasma protein adsorption pattern on characterized ceramic biomaterials. *Biomaterials* 2002; 23: 1237-1247
- Ahmad I: Yttrium-partially stabilized zirconium dioxide posts: An approach to restoring coronally compromised nonvital teeth. *Int J Periodont Restor Dent* 1998; 18: 455-465
- Pellmé S, Dahlgren C, Karlsson A: The two neutrophil plasma membrane markers alkaline phosphatase and HLA class I antigen localize differently in granulocyte cytoplasts. An ideal plasma membrane marker in human neutrophils is still lacking. *J Immunol Methods* 2007; 325(1-2): 88-95
- Minamizato T, Morimoto K, Nakashima T, et al: Studies on biological adaptability of slip-casted zirconia. *JJPS* 1984; 28: 1104-1117
- Nagai N, Takeshita N, Maruyama N, et al: A basic study on the new dental implant material of zirconia ceramics - histopathological aspects on the endosseous implant in monkey. *JJPS* 1984; 28: 498-514
- Marx R: Moderne keramische Werkstoffe für ästhetische Restaurationen - Verstärkung und Bruchzähigkeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993; 48: 229-236
- Piconi C, Burger W, Richter HG, Cittadini A, Maccauro G, Covacci V, Bruzese N, Ricci GA, Marmo E: Y-TZP ceramics for artificial joint replacements. *Biomaterials* 1998; 19: 1489-1494
- Schultze-Mosgau S, Schliephake H, Radespiel-Troger M, Neukam FW: Osseointegration of endodontic endosseous coes: zirconium oxide vs titanium. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89: 91-98
- Ichigawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H: Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. *J Prosthet Dent.* 1992; 68: 322-326
- Zimmermann M, Fischer-Brandies E, Winkler E, Roos H: Strahlenexposition durch zirkonoxidhaltige Werkstoffe. *Wehrmedizinische Monatsschrift* 1999; 42: 4-8
- Yaqob A, Danersund A, Stejskal VD, Lindvall A, Hudeček R, Lindh U: Metal-specific lymphocyte reactivity is downregulated after dental metal replacement. *Neuro Endocrinol Lett* 2006; 27(1-2): 189-197
- Valentine-Thone E, Schiwarz HW: Validity of MELISA for metal sensitivity testing. *Neuro Endocrinol Lett* 2003; 24(1-2): 57-64