

## Thema: Titan-Zirkon-Legierung bei durchmesserreduzierten Implantaten

Reintitan (zumeist Grad IV) ist der am weitesten verbreitete und generell akzeptierte Werkstoff für zahnärztliche Implantate. Es hat ein geringes spezifisches Gewicht mit einem hohen Korrosionswiderstand, ermöglicht das funktionelle Einwachsen in den Knochen (Osseointegration) und widersteht ausreichend angemessener funktionaler Belastung (Bruchfestigkeit). Damit stellt es einen idealen Werkstoff zum dental-implantologischen Einsatz dar. Durchmesserreduzierte Implantate bieten bei manchen Patienten eine Alternative zu Knochenaugmentationsprozeduren mit den jeweils bekannten Risiken und Donormorbiditäten. Auch bei einem reduzierten Abstand zwischen den lückenbegrenzenden Zähnen ist an dünnere Implantate zu denken. Allerdings besteht durch die Reduktion des Durchmessers von Titanimplantaten eine erhöhte Gefahr von Ermüdungsfrakturen, was wiederum den Nutzen derartiger Implantate limitieren kann. Daher wurden in der vergangenen Zeit mehrfach Titanlegierungen getestet, um eine höhere Resistenz gegenüber mechanischen Belastungen bei gleichzeitig Reintitan-ähnlichen biologischen Eigenschaften zu erzielen. Die – beispielsweise in der orthopädischen Endoprothetik eingesetzte – Titan-Aluminium-Vanadium-Legierung hat eine höhere mechanische Bruchfestigkeit, es werden jedoch den Legierungsbestandteilen negative Beeinflussungen der Osseointegration zugeschrieben. Bei einer Legierung aus Titan und Zirkon konnte im Gegensatz dazu eine im Vergleich zu Reintitan höhere Belastbarkeit bei gleichbleibend guten biologischen Eigenschaften bestätigt werden. Das Ziel der vorliegenden Literaturanalyse ist daher eine Bewertung von präklinischen und klinischen Studien der Titan-Zirkon-Legierung zur Verwendung als Implantatmaterial.

■ Kobayashi E., Matsumoto S., Doi H., Yoneyama T., Hamanaka H.

### **Mechanische Eigenschaften verschiedener Titan-Zirkon-Legierungen und ihr Potenzial zur Anwendung als biomedizinische Materialien**

*Mechanical properties of the binary titanium-zirconium alloys and their potential for biomedical materials*

Journal of Biomedical Materials Research 1995;29:943–950

#### **Studientyp**

Grundlagenstudie, *in vitro*

#### **Materialien**

Verschiedene Titan-Zirkon-Legierungen wurden hergestellt und verwendet. Der Zirkon-Anteil variierte hierbei (20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 und 100 %). Die Blöcke wurden jeweils zerteilt, eine Hälfte anschließend zusätzlich durch Hitze homogenisiert.

#### **Untersuchungsmethoden**

Optische Mikroskopie sowie maschinelle Tests

#### **Zielkriterien**

Mikrostrukturelle Veränderungen nach chemischer Vorbehandlung sowie Evaluation der jeweiligen Härte und Bruchfestigkeit.

#### **Wesentliche Ergebnisse**

Die feinste Mikrostruktur wurde bei einem gleichen Anteil von Titan und Zirkon beobachtet. Hitze zeigte keinen Einfluss auf die Parameter Mikrostruktur, Härte und Bruchfestigkeit. Die Härte der Legierung nahm mit ansteigendem Zirkonanteil zu und erreichte ihr Maximum bei einem Anteil von 50 % Zirkon. Ähnliches wurde für den Parameter Bruchfestigkeit beobachtet. Insgesamt lagen die Werte bei dem 2,3 bis 3-Fachen von Reintitan.

#### **Schlussfolgerung**

Die Autoren konnten, jeweils abhängig von dem Verhältnis der Komponenten Titan und Zirkon, bessere mechanische Eigenschaften von Titan-Zirkon-Legierungen im Vergleich zu Reintitan nachweisen.

#### **Beurteilung**

Diese frühe Studie zeigt die deutlichen Vorteile der Titan-Zirkon-Legierung auf. Die systematischen Experimente sind ausführlich beschrieben, selbst die Legierungen wurden selbst hergestellt. Die Ergebnisse konnten in späteren Arbeiten bestätigt werden.

■ Thoma D.S., Jones A.A., Dard M., Grize L., Obrecht M., Cochran D.L.

### **Gewebsintegration eines neuen Titan-Zirkon-Implantats: eine vergleichende histologische und radiologische Studie am Hund**

*Tissue integration of a new titanium-zirconium dental implant: a comparative histologic and radiographic study in the canine*

Journal of Periodontology 2011;82:1453–1461

#### **Studientyp**

Tierversuch

#### **Materialien**

Kommerzielle Titan- und Titan-Zirkon-Implantate mit der gleichen Oberfläche, der gleichen Länge und identischen Durchmessern.

#### **Untersuchungsmethoden**

4 Monate nach beidseitiger Extraktion von Prämolaren und des ersten Molaren im Unterkiefer wurden bei 9 Hunden jeweils 12 Implantate, 6 von jeder Legierung, eingebracht.

**Zielkriterien**

Jeweils 3 Hunde wurden nach 2, 4 und nach 8 Wochen geopfert. Die Proben wurden radiologisch nach Einbringung sowie zu den oben genannten Zeitpunkten auf mögliche mesiale und distale Knochenveränderungen hin untersucht. Die histomorphometrische Untersuchung umfasste den prozentuellen Knochen-Implantat-Kontakt sowie den horizontalen und vertikalen Abstand zwischen Implantat-schulter und Knochen.

**Wesentliche Ergebnisse**

In der statistischen Auswertung konnten für alle untersuchten Parameter keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legierungen ausgemacht werden.

**Schlussfolgerung**

Titan-Zirkon-Implantate mit einer kommerziell erhältlichen Oberfläche sind ihren Reintitanäquivalenten nicht unterlegen. Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass durchmesserreduzierte Titan-Zirkon-Implantate eine Alternative zu Titanimplantaten darstellen.

**Beurteilung**

Es handelt sich um eine Studie am Großtiermodell mit einer ausreichenden Fallzahl und ausreichenden Beobachtungspunkten. Die Gleichwertigkeit der beiden Titanmaterialien wird ausreichend dargestellt, es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Verwendung einer Titan-Zirkon-Legierung zur Verhinderung von Frakturen durchmesserreduzierter Implantate gedacht ist. Eine funktionelle Belastung wurde in der vorliegenden Studie nicht durchgeführt.

■ Saulacic N., Bosshardt D.D., Bornstein M.M., Berner S., Buser D.

**Knochenanlagerung an ein Implantat aus einer Titan-Zirkon-Legierung, verglichen mit zwei anderen Titan-beinhaltenden Implantaten**

*Bone apposition to a titanium-zirconium alloy implant, as compared to two other titanium-containing implants*

Eur Cell Mater 2012;23:273–288

**Studientyp**

Tierversuch

**Materialien**

Experimentelle Titan-, Titan-Zirkon- und Titan-Aluminium-Vanadium-Formkörper mit der gleichen Länge und identischen Durchmessern wurden verwendet. Die ersten beiden wiesen eine SLActive-Oberfläche auf, die Titan-Aluminium-Vanadium-Implantate waren sandgestrahlt und angeätzt.

**Untersuchungsmethoden**

Bei einem ersten Eingriff wurden bei 12 Miniaturschweinen jeweils 6 maxilläre Schneidezähne extrahiert. Nach einer minimalen Heilungszeit von 3 Monaten wurden in

2 Eingriffen jeweils 3 unterschiedliche Implantate auf beiden Seiten inseriert. Die untersuchten Zeiträume waren eine, 2, 4 und 8 Wochen bei einer jeweiligen Anzahl von 6 Implantaten pro Gruppe.

**Zielkriterien**

Primär wurden histomorphometrisch der Knochen-Implantat-Kontakt sowie das Verhältnis zwischen Osteoid und mineralisiertem Knochen und damit die dynamische Knochenheilung in einer standardisierten Knochenkammer am Implantat evaluiert. Zusätzlich wurde die Besiedlung der Implantatoberflächen durch multinukleäre Riesenzellen analysiert

**Wesentliche Ergebnisse**

Während es in allen 3 Gruppen zu einer ähnlichen dynamischen Knochenheilung kam, war der Knochen-Implantat-Kontakt ab der zweiten Wochen in der Titan-Aluminium-Vanadium-Gruppe – verglichen mit den Titan-/Titan-Zirkon-Gruppen – signifikant geringer. Zwischen Titan und Titan-Zirkon war der Unterschied nicht signifikant. In der Titan-Aluminium-Vanadium-Gruppe war eine besonders große Anzahl inflammatorischer Zellen zu erkennen, was einen Rückschluss auf die biologische Unverträglichkeit dieser Legierung erlaubt.

**Schlussfolgerung**

Auch in dieser Tierstudie bestätigt sich, dass Titan-Zirkon-Implantate ihren Reintitanäquivalenten bei Vorliegen einer gleichen Oberflächenbearbeitung nicht unterlegen sind.

**Beurteilung**

Diese Studie besticht durch die Detailgenauigkeit ihrer Durchführung und analysiert im Gegensatz zu den meisten anderen vergleichbaren Arbeiten die dynamische Knochenbildung sowie die inflammatorische Antwort der untersuchten Materialien. Auch in diesen Punkten bestätigt sich die Gleichwertigkeit der Titan-Zirkon-Legierung.

■ Al-Nawas B., Brägger U., Meijer H.J.A., Naert I., Persson R., Perucci A., Quirynen M., Raghoobar G.M., Reichert T., Romeo E., Santing H.J., Schimmel M., Storelli S., ten Bruggenkate C., Vanderkerckhove B., Wagner W., Wismeijer D., Müller F.

**Eine doppelt-verblindete, randomisierte klinische Untersuchung von durchmesserreduzierten Titan-Zirkon- und Reintitan-Implantaten im zahnlosen Unterkiefer – Ergebnisse einer einjährigen Beobachtungszeit**

*A double-blind randomized controlled trial (RCT) of Titanium-13Zirconium versus Titanium Grade IV small-diameter bone level implants in edentulous mandibles – results from a 1-year observation period*

Clinical Implant Dentistry and Related Research 2012;14:896–904

**Studientyp**

Randomisierte, doppelt-verblindete, kontrollierte Multi-centerstudie

**Patienten und Implantate**

Bei 91 Patienten wurden jeweils 2 interforaminale Implantate im zahnlosen Unterkiefer inseriert. Beide Implantate waren durchmesserreduziert (3,3 mm), beide wiesen die gleiche Oberflächenbehandlung auf. Allerdings wurde jeweils randomisiert auf einer Seite ein Titan-Zirkon- und auf der anderen Seite ein Titan-Implantat verwendet. 6–8 Monate nach dem chirurgischen Eingriff wurden die Implantate prothetisch versorgt und funktionell belastet. Die Verblindung wurde nach 12 Monaten aufgehoben.

**Untersuchungsmethoden**

Neben der radiologischen Evaluation des periimplantären Knochenumbaus im mesialen und distalen Bereich wurden Überleben und Erfolg zusammen mit den entsprechenden Weichgewebsparametern untersucht.

**Zielkriterien**

Die jeweiligen Ergebnisse der beiden Gruppen wurden nach der Entblindung statistisch miteinander verglichen.

**Wesentliche Ergebnisse**

87 Patienten standen für die Nachuntersuchung zur Verfügung. Bei allen erhobenen Parametern ließen sich keine signifikanten Unterschiede erkennen. Allerdings kam es auch in der Reintitangruppe zu keinen Frakturen des Materials.

**Schlussfolgerung**

Die durchgeführte klinische Studie des Evidenzgrads B zeigt die Äquivalenz der Titan-Zirkon-Implantate auch unter funktioneller Belastung 12 Monate nach Insertion.

**Beurteilung**

Es handelt sich um eine äußerst komplexe, aufwändig geplante und durchgeführte Studie. Die Anzahl der Autoren spiegelt die Vielzahl der Studienzentren wider. Die Arbeit steuert der Diskussion über die Verwendung von Titan-Zirkon-Implantate einen hohen Evidenzgrad bei. Die Ergebnisse decken sich mit denen anderer, qualitativ weniger anspruchsvoller Studien. Spannend werden hier sicherlich die Berichte der folgenden Jahre sein, da insbesondere Langzeitstudien wichtige Hinweise geben können. Richtigerweise ist die Beihilfe durch das Institut Straumann angegeben, ein finanzielles Interesse der Autoren jedoch ausgeschlossen.

**Synopsis**

Durchmesserreduzierte zahnärztliche Implantate können eine sinnvolle Alternative zu Augmentationen bei primär insuffizientem, beispielsweise volumenreduziertem, umgebendem Knochen darstellen. Die Verringerung der Implantatoberfläche resultiert allerdings in einer geringeren Anlagerungsfläche für Osseointegration sowie in einer erhöhten Belastung für das Implantat durch funktionelle Bewegungen. Die Analyse der vorliegenden Studien konnte eindeutig zeigen, dass es sich bei der Titan-Zirkon-Legierung um ein Material mit einer erhöhten mechanischen Belastungsfähigkeit handelt, das sowohl präklinisch als auch klinisch in Bezug auf die biologischen Eigenschaften dem Reintitan nicht unterlegen ist. Allerdings liegen, aufgrund der relativen Neuigkeit des Materials, bisher keine Langzeitstudien vor. Für durchmesserreduzierte Implantate scheint das Material als Alternative zum Reintitan sinnvoll zu sein.

*P. W. Kämmerer, Boston, USA, und Mainz,  
K. M. Lehmann, Mainz*