

Ronny Martin Frahm / Marco Stuber
Dr. med.

Optimierung der Osteointegration von mikroporösen Titanimplantaten durch Ultradünnschicht - Dicalcium-Hydrogenphosphat-Dihydrat (DCPD) - Beschichtung und Kombination mit dem Wachstumsfaktor GDF-5 – Etablierung einer Methode zur zerstörungsfreien Ermittlung der Implantatstabilität am Knochen

Ronny Martin Frahm:
Geboren am 09.06.1976 in Ludwigsburg
Staatsexamen am 05.05.2004 an der Universität Heidelberg

Marco Stuber:
Geboren am 18.02.1976 in Karlsruhe
Staatsexamen am 04.05.2004 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Orthopädie
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. H.G. Simank

In der Dissertation „Optimierung der Osteointegration von mikroporösen Titanimplantaten durch Ultradünnschicht - Dicalcium-Hydrogenphosphat-Dihydrat (DCPD) - Beschichtung und Kombination mit dem Wachstumsfaktor GDF-5 – Etablierung einer Methode zur zerstörungsfreien Ermittlung der Implantatstabilität am Knochen“ wurde im Rahmen einer tierexperimentellen Untersuchung an 36 Kaninchen die Osteointegration von zylindrischen Titanprobekörpern, die unter „press-fit“-Bedingungen eingebracht wurden, in die distale Femurkondyle untersucht.

In der Pilotstudie kamen vier Implantattypen zur Anwendung. In das linke Femur wurde jeweils ein Titanprobekörper mit Plasmapore[®]-Beschichtung als Kontrolle implantiert, in das rechte Femur ein Verumpräparat. Die Verumpräparate waren gegenüber dem Kontrollkörper folgendermaßen modifiziert:

- Titanprobekörper mit Plasmapore[®]-Beschichtung mit 10µg Wachstumsfaktor GDF-5 versehen.
- Titanprobekörper mit Plasmapore[®]-Beschichtung zzgl. Hydroxylapatit (DCPD)-Beschichtung.
- Titanprobekörper mit Plasmapore[®]-Beschichtung zzgl. Hydroxylapatit (DCPD)-Beschichtung und Wachstumsfaktor GDF-5.

Des Weiteren wurde im Rahmen dieser Studie ein biomechanisches zerstörungsfreies Messverfahren entwickelt und etabliert, das es ermöglicht, unter Schonung des Knochen-Implantat-Interfaces, sowohl Erkenntnisse über die biomechanische Festigkeit, als auch über das Einwachsverhalten zu gewinnen, so dass im Anschluss durch eine histologische Untersuchung der mikromorphologische Heilungsverlauf beurteilt werden konnte.

Nach einer Einheilungsphase von zwei oder sechs Wochen erfolgte die Beurteilung des Interfaces zwischen Knochen und Implantat. Zunächst erfolgte eine radiologische

Untersuchung, gefolgt von einer microcomputertomographische Analyse der mineralisierten periimplantären Knochensubstanz, danach eine zerstörungsfreie biomechanische Festigkeitsmessung. Es folgte die histologische und histomorphometrische Analyse der Kontaktfläche. Die unentkalkten Knochenschnitte mit einliegendem Implantat wurden unter der Verwendung der Hartschlifftechnik nach Donath hergestellt und mit einer Trichromfärbung nach Masson-Goldner versehen.

Folgende Resultate ergaben sich aufgrund vorgenannter Untersuchungstechniken:

1. Die im Rahmen dieser Studie erstmalig eingesetzten Methoden einer zerstörungsfreien biomechanischen Festigkeitsmessung und einer microcomputer-tomographischen Analyse ermöglichten es, unter Schonung des Knochen-Implantat-Interfaces, sowohl Erkenntnisse über die biomechanische Festigkeit, als auch über das Einwachsverhalten der verschiedenen oberflächenmodifizierten Titanimplantate zu gewinnen, so dass im Anschluss durch eine histologische Untersuchung der mikromorphologische Heilungsverlauf beurteilt werden konnte. Der Vergleich der Resultate der angewandten Methoden zeigte signifikante Korrelationen, so dass sich die Verfahren bei der Beurteilung der ossären Integration der Implantate ergänzten.
2. Das im Rahmen dieser Studie etablierte Verfahren zur zerstörungsfreien Festigkeitsmessung erwies sich als gut geeignet, um biomechanische Fragestellungen an Knochen-Implantat-Verbunden, unter Erhalt des Interfaces, vergleichend zu beurteilen.
3. Der Vergleich der gepoolten Resultate der einzelnen Methoden zeigte eine Überlegenheit der Verum-Präparate (DCPD-Oberflächenbeschichtung mit und ohne additiven Einsatz des Wachstumsfaktors GDF-5) nach 6-wöchiger Standzeit im Vergleich zu den Kontroll-Präparaten. Hierbei zeigten sich die oberflächenmodifizierten Implantate sowohl in der resultierenden mechanischen Festigkeit des Verbundes, als auch in der Menge der periimplantären Knochensubstanz überlegen.
4. Bedingt durch die kleine Kohortengröße und zahlreiche Ausfälle konnte die statistische Analyse im interindividuellen Vergleich der einzelnen Kohorten weder eine relevante Überlegenheit der biomechanischen Integrität noch eine Bedeutung in der histomorphometrischen Analyse der periimplantären Knochensubstanz einer Kohorte aufzeigen.