

Veränderung der Interface-Reaktionen durch nanostrukturierte Implantatoberfläche

Vorläufige klinische Resultate der NEMO-Studie

Wenn Werkstoffe auf den Nanobereich miniaturisiert werden, verlieren sie ihre ursprünglichen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften. Nanotechnologische Produkte können heutzutage „maßgeschneidert“ hergestellt werden, wobei neue Werkstoffeigenschaften in Relation zu ihrer Partikelgröße entstehen. In der vorliegenden Studie wurden Implantate mit doppelt geätzter (DAE) Full Osseotite-Oberfläche in einer kolloidalen Kalziumphosphat Suspension mit Einzelkristallauflagerungen im Nanobereich (20–80 nm) sekundär strukturiert (NanoTite®-Oberfläche).

Dr. phil. nat. Dr. med. dent. Andreas H. Valentin/Mannheim

■ Erste Untersuchungen in vitro und am Tiermodell zeigten eine Erhöhung der Knochen-Implantat-Kontaktfläche (BIC-Werte) um 121% und eine Steigerung des Extrusionswiderstandes um 900% schon nach neun Tagen. Im Push-in-Modell am Rattenfemur wurde bei der axialen Belastung eine über 200%ige Steigerung der Belastungsfähigkeit gemessen. In unserer Studie wurden bei 15 Patienten insgesamt 35 Implantate mit der NanoTite®-Oberfläche in allen Indikationsgruppen inseriert und wurden komplikations- und verlustfrei sofort versorgt oder sofort belastet. Unsere klinischen Daten unterstützen in vollem Umfang die Hypothese, dass nanostrukturierte Implantatoberflächen einen wesentlichen Schritt für eine zuverlässige und beschleunigte Implantatbelastung darstellen können.

Verbesserte Operationstechniken, klinische Erfahrungen und neue Implantatdesigns stellen derzeit die apodiktische Forderung nach einer unbelasteten Einheilung als Voraussetzung für die Osseointegration dentaler Implantate infrage. Der chemische und physikalische Einfluss der Implantatoberfläche auf das initiale Fibrinnetz ist zwar noch weitgehend ungeklärt, doch scheinen Modifikationen der Oberflächentextur eine wichtigere Rolle zu spielen als die chemischen Eigenschaften eines Implantatwerkstoffs.^{12,28} Raue Oberflächen weisen eine stärkere Fibrinogen- und Thrombozytenadsorption infolge einer höheren Konzentration von sog. Gaskeimen auf.⁴² Die Doppelätzung (DAE, dual acid-etching) hat erhebliche Auswirkungen auf die Morphologie, Adhäsion und Granulabildung von Thrombozyten.³³ Porengröße und -geometrie des Substrats erleichtern die Knochenbildung bei Porenmorphologien von 2 µm Tiefe und 200–300 µm Weite. Die Vertiefungen bilden eine Festkörpermatrix für die Adsorption und Speicherung endogen gebildeter oder zirkulierender BMPs und osteogener Proteine.

Die Nanotechnologie befasst sich mit Partikelgrößen von 1–100 nm (1 nm = 10⁻⁹ m = 0,000 000 001 m). Sie pro-

duziert neue Materialien, Werkstoffeigenschaften und Oberflächen, die bestehende Verhältnisse hinsichtlich ihrer mechanischen, elektrischen, katalytischen und optischen Eigenschaften potenziell und in mehrfacher Hinsicht übertreffen.⁵ Es besteht prinzipiell eine direkte kausale Korrelation zwischen Partikelgröße und Werkstoffeigenschaften, insofern, als die Werkstoffe ihre (Makro- oder Mikro-)Eigenschaften verändern, je kleiner sie werden. Kleinere Partikel besitzen relativ betrachtet eine größere Oberfläche. Die Oberflächeneigenschaften eines Werkstoffes unterscheiden sich von den physikalischen und chemischen Eigenschaften im Inneren des Werkstoffs. Neue und spezifische Produktfunktionalitäten lassen sich heute so durch die definierte Miniaturisierung der Substrate „maßgeschneidert“ und zielgenau erzeugen.¹

In der vorliegenden NEMO-Studie werden die Vorteile einer Nano-Oberflächenstruktur mit CaP-Einzelkristallauflagerungen auf einer doppelt geätzten (DAE) FOSS-Oberfläche (40 Full Osseotite Surface MicroStructure) evaluiert und die ersten klinischen Ergebnisse diskutiert.

Material und Methoden

Nanopartikuläre, hochkristalline Kalziumphosphatteilchen in einer kolloidalen Lösung heften sich auf einer mikrostrukturierten Titanoxidoberfläche selbst an. Der Anlagerungsmechanismus erfolgt über Selbstorganisationsprozesse (ionale, molekulare und thermodynamische Wechselwirkungen) mit der Oberfläche. So entstehen definierte Ablagerungen aus nanopartikulären Einzelkristallen (keine zusammenhängende Schicht) von 20–100 nm Länge. Nur etwa 50% der Implantatoberfläche ist mit den CaP-Ablagerungen bedeckt. Der Kalziumphosphatanteil einer NanoTite-Oberfläche beträgt bei einem 13-mm-Implantat mit 4 mm Durchmesser