

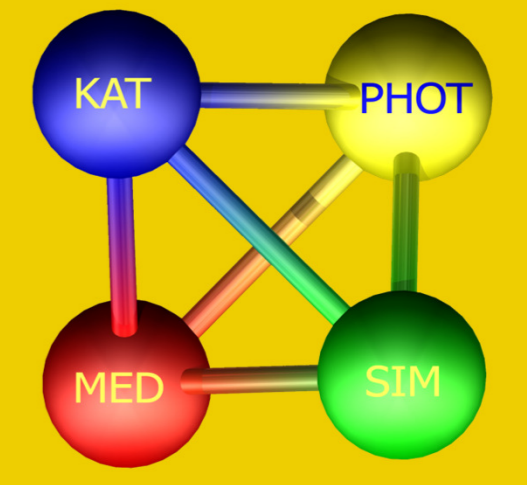
Untersuchung zum Einfluss unterschiedlicher Beschichtungen auf die Explantationsrate kieferorthopädischer Minischrauben

S. Kretzschmar, A. Salbach, B. Nebe, J.H. Lenz, S. Fechner, M. Warkentin, D. Behrend, F. Stahl de Castrillon

Universität Rostock



Traditio et Innovatio



Motivation und Ziele

In den vergangenen drei Jahrzehnten wurde durch die Einführung des skelettalen Verankerungssystems das Indikationsspektrum zur Korrektur umfangreicher Zahn- und Kieferfehlstellungen erheblich erweitert. Dabei kommt insbesondere der Entwicklung von Minischrauben eine besondere Bedeutung zu. Den vielen klinischen Vorteilen stehen jedoch die hohen Verlustraten der Minischrauben gegenüber. In der vorliegenden in-vivo Pilotstudie sollten unterschiedliche Beschichtungen auf der Schraubenoberfläche getestet werden. Damit sollte ein positiver Einfluss auf die Kontakttrate zwischen Knochen und Schraubenoberfläche erzielt werden. Langfristiges Ziel ist es durch die Verbesserung des Schraubendesign und die Oberflächenmodifizierung eine signifikante Senkung der Schraubenverluste zu erreichen.



Abb.1 LOMAS Minischraube 1,5x7mm, PSM Medical Solutions (Tuttlingen, Deutschland)

Material und Methoden

Im Rahmen einer tierexperimentellen Pilotstudie an 4 Beaglehunden wurden zwei unterschiedliche Beschichtungen (kupferionenhaltige Beschichtung (DOT GmbH Rostock) und PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung (INP Greifswald), bei den LOMAS Minischrauben der Firma PSM Medical Solutions (Tuttlingen) mit einer Dimension von 1,5x7mm (Abb.1) untersucht. Zur Sicherstellung der Keimfreiheit wurde nach der Beschichtung eine Gammasterilisation durchgeführt. Im Rahmen der split-mouth-Studie wurden jeweils 6 beschichtete Schrauben sowie 4 unbeschichtete Schrauben bei den Beaglehunden inseriert und sofort belastet. Die Verteilung der Schrauben auf die Tiere ist in Abb. 2 dargestellt. Die Schrauben verblieben für 9 Monate in situ (Abb. 3)

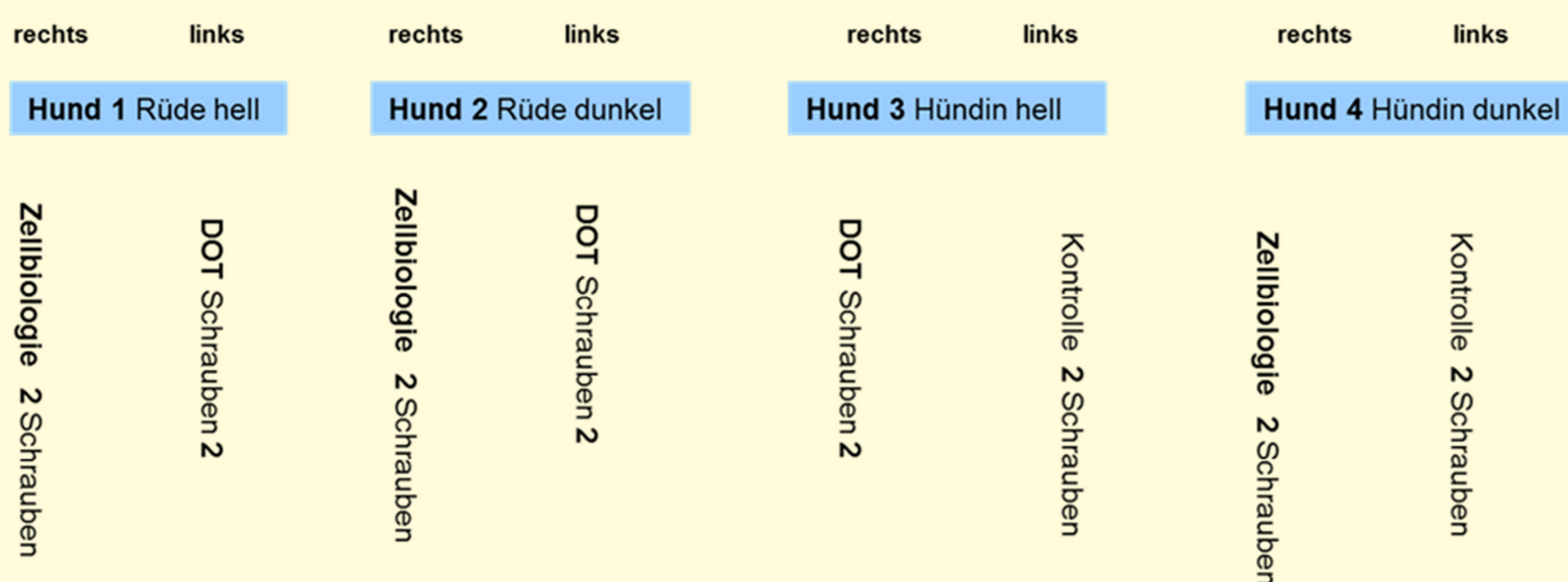


Abb. 2 Verteilung der beschichteten und unbeschichteten Schrauben auf die Versuchstiere

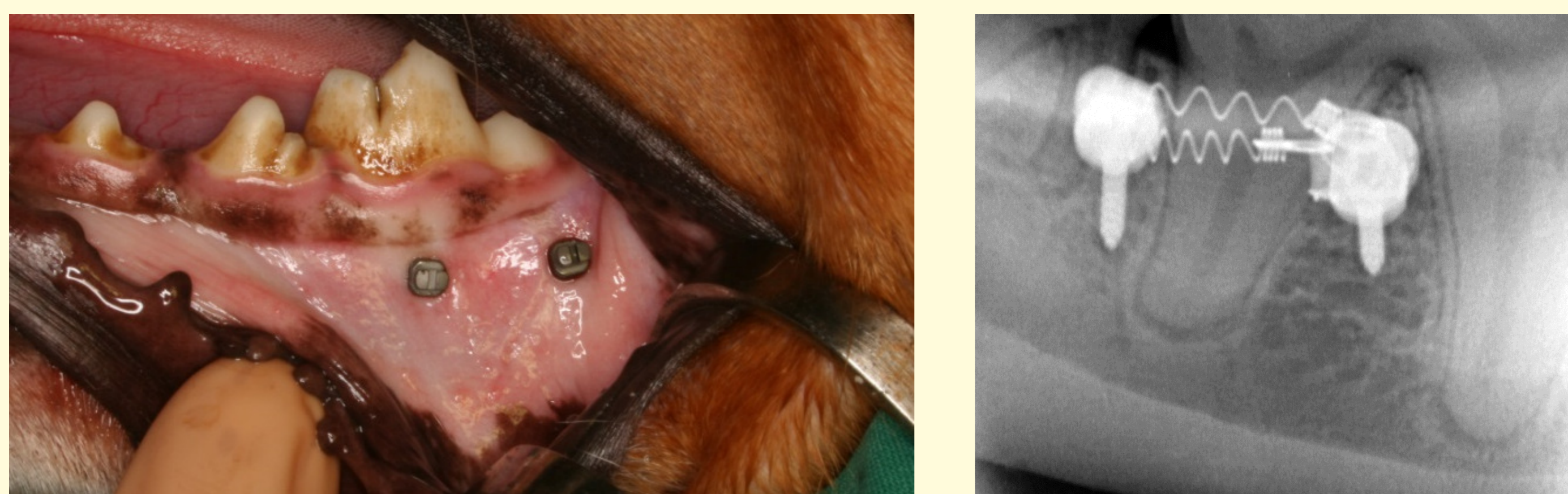


Abb. 3 a) und b) OP-Situation nach Schraubeninsertion und Röntgenkontrollaufnahme nach Sofortbelastung der Minischrauben mittels Nickel-Titanfeder

Zur weiteren histologischen, mikroskopischen und makroskopischen Untersuchung wurde nach der Euthanasie der Versuchstiere eine Resektion des Kiefers durchgeführt. Dazu erfolgte eine Durchtrennung des Unterkiefers mesial des ersten Molaren und distal des zweiten Molaren jeder Kieferseite. Die so gewonnen Resektate wurden in eine Kunstspeichellösung mit 2,5% Glutaraldehyd überführt. Am Institut für Biomechanische Technik der Universität Rostock erfolgte die histologische Aufbereitung der Resektate. Die histomorphometrische Auswertung der Grenzflächensituation zwischen Minischraube und Knochen erfolgte mittels eines an ein Mikroskop gekoppeltes Auswertungsprogramm (Abb. 4).

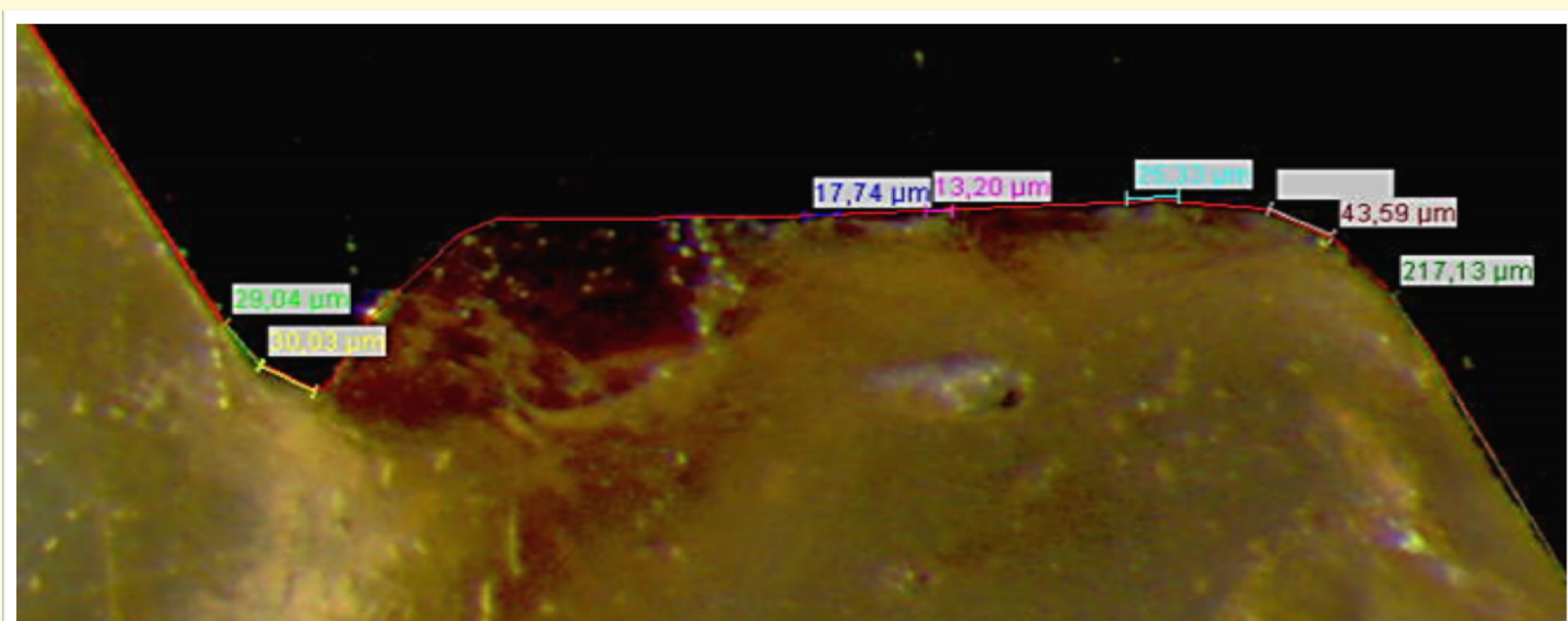


Abb. 4 Ausschnitt mesiale Schraube bei Hund 3, linke Kieferhälfte mit Nachzeichnung und Messung der direkten Kontaktfläche Knochen-Schraube rot - Schraubenoberfläche, andere Farben - Kontaktfläche Schraube-Knochen Länge der Knochenkontaktfläche in µm

Ergebnisse

Insgesamt wurden in die histomorphometrische Auswertung 8 der 16 Schrauben aufgenommen. Bei den 8 Minischrauben (2 Schrauben der Kontrollgruppe, 2 Schrauben mit kupferhaltiger Beschichtung, 4 Schrauben mit PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung) wurden die Schraubenoberflächen und die Kontaktfläche zum Knochen gemessen. Die so ermittelten Knochenkontakttraten sind in Tab. 1 dargestellt. Die Auswirkung der Beschichtungen auf das umgebende Gewebe wurde durch die Messung der Knochen-Bindegewebe-Relation am eingefärbten mikroskopischen Bild untersucht (Abb. 5, Tab. 2).

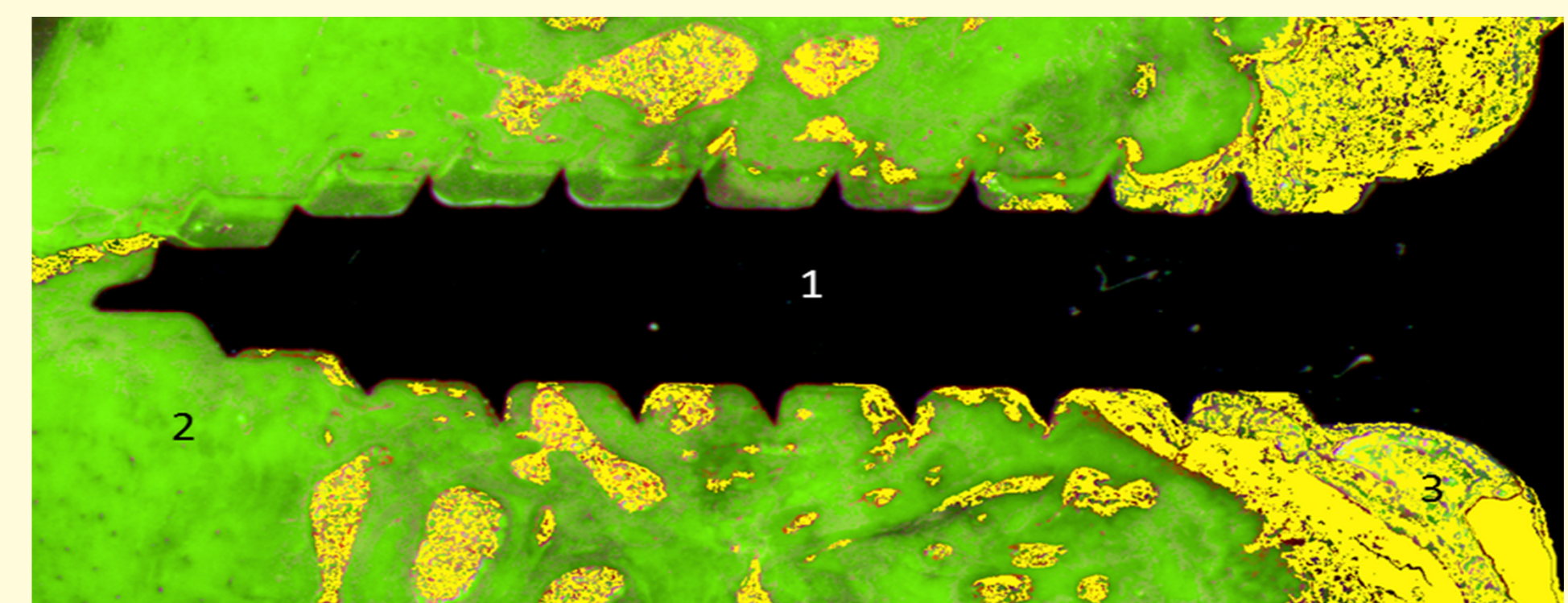


Abb. 5 Histologischer Schnitt einer kieferorthopädischen Minischraube nach digitaler Einfärbung 1-kieferorthopädische Minischraube LOMAS, 2-Knochen, 3-Bindegewebe

Tab. 1 Knochenkontakttrate der kieferorthopädischen Minischrauben

Versuchstier	Seite	Position	Beschichtung	Knochen-Kontakttrate (in %)
H2	links	distal	Kupfer	15,9
H2	rechts	mesial	Plasma	10,2
H2	rechts	distal	Plasma	65,9
H3	links	mesial	Kontrolle	46,6
H3	links	distal	Kontrolle	58,2
H3	rechts	distal	Kupfer	41,1
H4	rechts	mesial	Plasma	44,1
H4	rechts	distal	Plasma	52,9

Tab. 2 Knochen-Bindegewebe-Relation der kieferorthopädischen Minischrauben

Versuchstier	Seite	Position	Beschichtung	Knochen-Bindegewebe-Relation (in %)
H2	Links	distal	Kupfer	45,0:55,0
H2	Rechts	mesial	Plasma	41,0:59,0
H2	Rechts	distal	Plasma	63,5:36,5
H3	Links	mesial	Kontrolle	60,5:39,5
H3	Links	distal	Kontrolle	47,9:52,1
H3	Rechts	distal	Kupfer	54,6:45,4
H4	Rechts	mesial	Plasma	76,3:23,7
H4	Rechts	distal	Plasma	71,6:28,4

Die geringste Knochenkontakttrate zeigten mit durchschnittlich 28,5% die mit Kupferionen beschichteten Schrauben. Der höchste Grad an Osseointegration konnte bei den Schrauben der Kontrollgruppe mit einer Knochenkontakttrate von 52,4% nachgewiesen werden. Eine Kontakttrate von 43,3% wurde auf den Minischrauben mit PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung ermittelt. Der höchste Anteil von Knochengewebe wurde mit einem Mittelwert von 63,1% im Umfeld der Schrauben mit PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung gefunden. Die Kontrollgruppe zeigte einen Knochenanteil von 54,2%. Im Umfeld der mit Kupferionen beschichteten Schrauben wurde der geringste Knochenanteil mit 49,8% nachgewiesen.

Ausblick

Die stark differierenden Knochenkontakttraten und Knochen-Bindegewebe-Relationen im Umfeld der kieferorthopädischen Minischrauben deuten auf einen vorhandenen Einfluss der Beschichtungen auf diese Werte hin. Bei der PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung ist eine höhere Knochenmenge im Umkreis der Schraube und eine mit der Kontrollgruppe annähernd vergleichbare Knochenkontakttrate nachzuweisen. Ein positiver Effekt der zelladhäsiv wirkenden PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung auf die Knochenstruktur und den Grad der Osseointegration der kieferorthopädischen Minischrauben ist demnach möglich. Die antimikrobiell wirkende Kupferionen-Beschichtung zeigt demgegenüber einen höheren Bindegewebsanteil der die Schraube umgebenden Gewebe sowie eine geringere Knochenkontakttrate. Der intraossäre Einsatz dieser Beschichtung zeigte gegenüber der Kontroll- und der Vergleichsgruppe schlechtere Ergebnisse. Eine Kombination beider Beschichtungen – PolyPlasmaAllylAmin-Beschichtung des Schraubenschaftes und Kupferionen-Beschichtung des Schraubenkopfes - würde die jeweiligen Vorteile sinnvoll ergänzen.

Da die Zahl der in der Untersuchung ursprünglich verwendeten Schrauben mit maximal 6 zu gering ist und die in die Auswertung eingegangene Zahl auf Grund des vorzeitigen Verlustes eines Versuchstieres, des vorzeitigen Verlustes von zwei Kontrollschrauben auf Grund von Lockerung sowie der fehlenden Auswertbarkeit von zwei Schrauben durch nicht axiale Insertion bzw. die Perforation einer Zahnwurzel weiter reduziert wurde, konnte keine statistisch gesicherte Aussage zu den einzelnen Beschichtungen erzielt werden. Aus diesem Grund sollte sich an diese Pilotstudie eine Folgeuntersuchung mit einer größerer Schraubenanzahl anschließen.

Vernetzung

