

Analyse der strukturalen Spannungen zwischen Implantat und Knochen

Dieses Studium hat das Ziel, die strukturalen Spannungen zwischen Implantat und Knochen bei Verwendung verschiedener Legierungen zu analysieren. Für diesen Zweck wurde die numerische Simulation mit der Methode der finiten Elemente benutzt.

DR. EMANUEL BRATU/TEMESCHBURG,
DR. MARIUS STEIGMANN/NECKARGEMÜND

Es wurden drei Legierungen in rein implantatgestützten Suprastrukturen analysiert. Am Ende wurden Schlussfolgerungen in Bezug auf Legierungen und klinische Situationen gezogen. Im Falle der rein implantatgestützten sowie im Falle der Implantat-Zahnverbindungen muss die prothetische Planung so konzipiert werden, dass die Leitung der okklusalen Kräfte bei der Knochen-Implantat-Verbindung und weiter im Knochen so gut wie möglich erfolgt. Damit man dies erreicht, müssen biodynamische Konzepte sowohl bei der Infrastruktur (Implantate) sowie bei der Suprastruktur (Brücken usw.) befolgt werden. Die Faktoren, die man in Betracht nehmen muss, sind folgende: Implantattyp, Knochendichte, Suprastrukturmaterial, Art der Fixierung der Suprastruktur. Die Hauptkriterien der implantatgestützten Suprastruktur sind: Passivierung und Rigidität. Die Passivierung erreicht man mit der Präzision der prothetischen Suprastruktur und ist klinisch sichtbar, wenn man diese im Munde fixiert. Sollte man Friktion spüren, so ist die Konstruktion nicht passiv und wird das Periodontium und die Knochen-Implantat-Verbindung schlecht belasten. Passivität ist hiermit angerechnet proportional mit der Friktion. Die Rigidität der Suprastruktur hat einen bedeutenden Einfluss in der Orientierung der Spannungen bei der Implantatknochen-Verbindung. Bei Verwendung von Materialien mit einem hohen Elastizitätsmodul werden die okklusalen Kräfte sehr eng um die Implantatachse weitergeleitet. Im Falle von Materialien mit kleinem Elastizitätsmodul entstehen Torsionskräfte und Beugungskräfte, die den Knochenabbau fördern. Die Simulation verschiedener Situationen ergibt eine relativ klare Voraussage des Verhaltens der biologischen und subprothetischen Materialien eines Systems. Die Methode der finiten Elemente ist eine abstrakte Analyse, die bestimmte Parameter durch eine nicht limitierte Anzahl von Punkten bestimmt. Wir haben diese Methode benutzt, um die Richtung und Konzentration der Spannungen in den

Implantaten und den umgebenen Geweben zu berechnen. Das zu untersuchende Objekt wird durch ein Netz in bi- oder tridimensionale Körper geteilt, die mit Hilfe eines Computers analysiert werden.

Material und Methode

Es wurden folgende klinische Situationen analysiert: zwei Schraubenimplantate (Abb. 5–7) verbunden mit einem Zwischenglied, zwei Schraubenimplantate verbunden mit zwei (Abb. 1–4) Zwischengliedern. Für die Simulation wurde ein Cosmos M-Geostar Program von Structural Research and Analysis Corporation, Santa Monica, California benutzt. Diese Studien wurden in Zusammenarbeit mit dem Politechnischen Institut Timișoara, Abteilung für Materialkunde unternommen. Während der Simulation wurden Implantatpfosten als ein einziger Teil betrachtet. Die Keramikschichten haben die Berechnungen nicht beeinflusst. Die Implantate wurden als nicht beweglich betrachtet, und die Suprakonstruktionen wurden als fest zementiert vorausgesetzt. Folgende Legierungen wurden für die Brücken benutzt:

Titan:	$E = 1,1 \times 10^5 \text{ MPa};$	$\mu = 0,3$
Co-Cr:	$E = 2,15 \times 10^5 \text{ MPa};$	$\mu = 0,3$
Au-Pt:	$E = 0,8 \times 10^5 \text{ MPa};$	$\mu = 0,3$

Für die Knochenmodellation haben wir folgende Werte in Betracht gezogen:

Spongiosa:	$E = 1,37 \times 10^5 \text{ MPa};$	$\mu = 0,3$
Kortikalis:	$E = 13,7 \times 10^5 \text{ MPa};$	$\mu = 0,3$



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4