Belastbarkeit verschraubter Implantatbrücken nach mechanischer Wechselbelastung

Nensa M, Dittmer MP, Stiesch M, Kohorst P

Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde
Medizinische Hochschule Hannover

Fragestellung

Seit einigen Jahren gewinnen implantatgetragene Restaurationen in der Zahnmedizin immer mehr an Bedeutung. So werden auch zunehmend Freiendsituationen mit festsitzenden Suprakonstruktionen auf osseointegrierten Implantatfixturen versorgt. Dabei unterscheidet man zementierte und verschraubte Suprakonstruktionen. Letztere bieten insbesondere den Vorteil, bei eventuell auftretenden Komplikationen vom Zahnarzt ohne größeren Aufwand wieder entnommen werden zu können. Als Nachteil ist allerdings die verminderte Belastbarkeit des Implantat-Schrauben-Abutment-Interfaces anzusehen. Dieser Komplex stellt häufig einen Schwachpunkt bei zyklischer Belastung dar, sodass es zu Lockerungen oder zur Fraktur der Verbindungselemente kommen kann. Dies wiederum führt zu einer weiteren Abnahme der Belastbarkeit der Restauration bis hin zum katastrophalen Versagen in der klinischen Anwendung.
Das I-Bridge®2-Konzept (Biomain AB, Helsingborg, Schweden) stellt eine Versorgungsmöglichkeit von zahnlosen Kieferabschnitten mittels einer implantatgetragenen verschraubten Suprakonstruktion dar, welche Anwendung auf vielen gängigen Implantatsystemen finden kann. Die Verankerung zwischen Implantatfixtur und Brückenrestauration wird dabei zum Teil über spezielle Verbindungselemente (Switche) realisiert (**Abb. 1**). Des Weiteren bietet das I-Bridge®2-Konzept die Möglichkeit angulierter Schraubenkanäle bei ungünstigen Implantatpositionen.
Ziel dieser Untersuchung war es, den Einfluss einer mechanischen Wechselbelastung auf die Belastbarkeit verschraubter Implantatbrücken (I-Bridge®2) zu evaluieren. Insbesondere die Langzeitstabilität der verschraubten Verbindungselemente zwischen Brückenrestauration und unterschiedlich angulierten Implantatfixturen stand dabei im Fokus des Interesses.

Material und Methode

Insgesamt wurden 10 fünfgliedrige Freiendbrücken aus Titan nach dem I-Bridge®2-Konzept gefertigt, die mit dem systemeigenen Switch auf drei Implantaten (regio 43, 45, 47) der Firma Astra Tech (Osseo Speed 4.0 S, Göteborg, Schweden) befes-tigt wurden (**Abb. 2**). Die Gerüste wurden unter Verwendung der systemeigenen Verbindungselemente (Switch) auf den unterschiedlich angulierten Implantaten (43: 30° vestibulär / 45: 0° / 47: 30° lingual) verschraubt. Die Hälfte der Prüfkörper (n=5) durchlief 5 Millionen zyklische Wechselbelastungen mit einer Schwelllast von 100 N im Kausimulator. Die Krafteinleitung erfolgte an zwei Punkten im Bereich der Brückenverbinder. Danach wurden alle Restaurationen in einer Universalprüfmaschine bis zum Versagen belastet und dabei entsprechende Kraft-Weg-Diagramme aufgezeichnet. Im Anschluss erfolgte eine eingehende makro- und mikroskopische Schadensanalyse der Prüfkörper. Die statistische Analyse erfolgte mittels eines t-Tests für unabhängige Stichproben, wobei das Signifikanzniveau auf p=0,05 festgelegt wurde.

Ergebnisse

Alle wechselbelasteten Brücken überstanden die Kausimulation unversehrt, es wurden weder Schraubenlockerungen noch -frakturen festgestellt und auch an keiner der übrigen Komponenten traten Veränderungen auf. Bei den Belastungsversuchen hielten sämtliche Restaurationen sehr hohen Kräften stand, die ein Vielfaches über den maximal auftretenden Kaukräften lagen (**Tab. 1, Abb. 3**). In Folge der Wechselbelastung nahm die mittlere Belastbarkeit der Restaurationen von 8496 N auf 7592 N ab, diese Abnahme war jedoch statistisch nicht signifikant (p=0,060). Das Versagensmuster war bei allen Prüfkörpern gleich. Es kam zu deutlichen Deformationen des Titangerüstes am Übergang zum Verbindungselement (**Abb. 4**). Die weitere Analyse der Prüfkörper im Querschnitt zeigte ebenfalls ausgeprägte Deformationen des Titangerüstes sowie Frakturen an der Auflagefläche zum Switch (**Abb. 5**). Jedoch waren auch nach den Belastungsversuchen keinerlei Lockerungen oder Frakturen im Bereich der Halteschrauben nachweisbar.

Schlussfolgerungen

Die Verbindungselemente der untersuchten I-Bridge®2-Restaurationen zeigten trotz ungünstiger Implantatangulationen ein sehr zuverlässiges Langzeitverhalten. Die Belastbarkeit lag dabei ein Vielfaches über den maximal auftretenden Kaukräften, sodass das untersuchte Versorgungskonzept für den beschriebenen Indikationsbereich empfohlen werden kann.

Belastbarkeit in N					
	Mittelwert	**Standard-abweichung**	**Median**	**Maximum**	**Minimum**
Kontrollgruppe	8495,9	196,3	8434,8	8723,6	8294,2
Wechselbelastete Gruppe	7591,6	901,3	7850,6	8448,0	6159,8
p	0,060				

Tabelle 1: Belastbarkeit der Brücken.

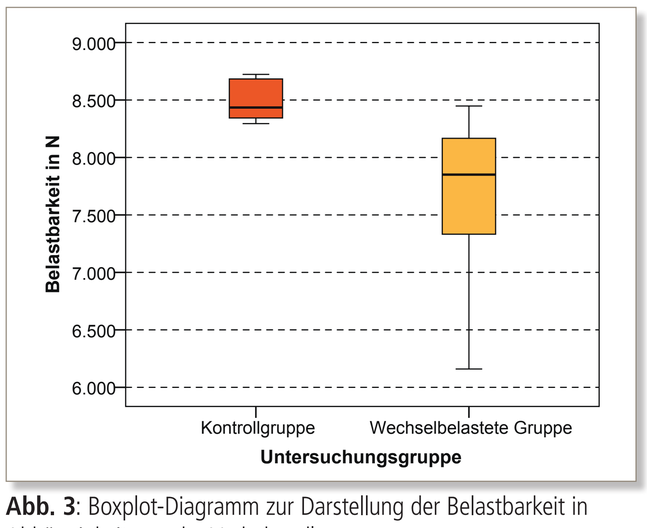

Abb. 3: Boxplot-Diagramm zur Darstellung der Belastbarkeit in Abhängigkeit von der Vorbehandlung.

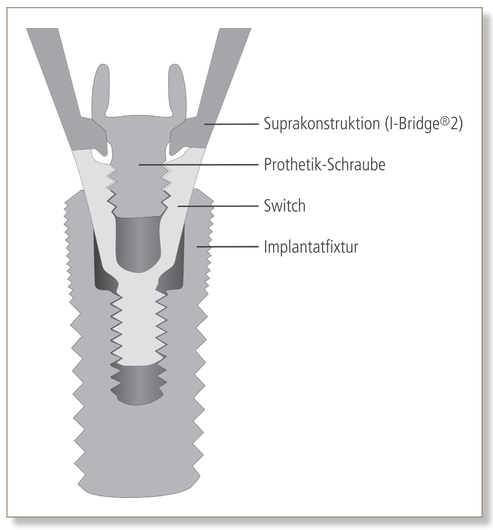

Abb. 1: Schematische Darstellung des Implantat-Abutment-Interfaces.

Abb. 2: I-Bridge®2 auf Implantatmodell verschraubt.

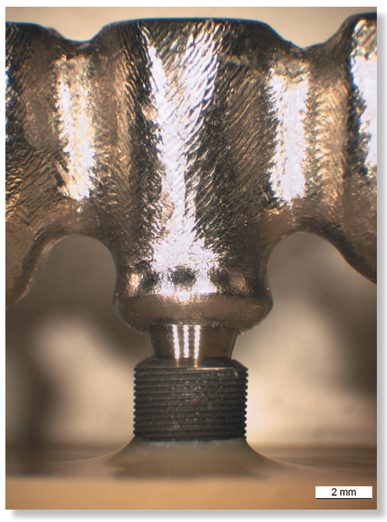

Abb. 4: Repräsentative Außenansicht des Implantat-Abutment-Interfaces regio 45 nach Belastungsversuch.

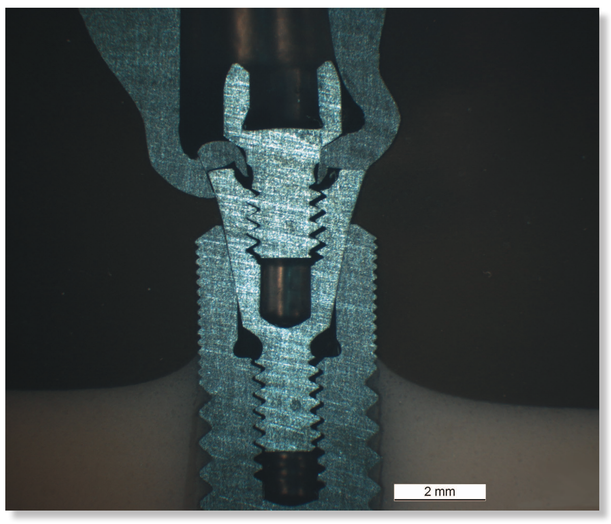

Abb. 5: Repräsentativer Querschnitt des Implantat-Abutment-Interfaces regio 45 nach Belastungsversuch.

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. Philipp Kohorst
Medizinische Hochschule Hannover

Klinik für Zahnärztliche Prothetik und
Biomedizinische Werkstoffkunde

Tel.: +49 (0)511 532 4798
E-mail: kohorst.philipp@mh-hannover.de