

Kevin Nikolas Bechtel

Dr. med. dent

## **Biomechanische Untersuchungen zur Herstellung und Passung vollkeramischer Doppelkronenprothesen**

Fach/ Einrichtung: Mund-Zahn-Kieferheilkunde

Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Sebastian Schwindling

Ziel der Dissertation war es, 14-gliedrige CAD/CAM-gefertigte Doppelkronenprothesen aus Zirkoniumdioxid auf ihre Präzision und Passung zu untersuchen. Zusätzlich wurden die Retentionskräfte auf Ebene der Gesamtkonstruktionen sowie der einzelnen Halteelemente ermittelt und die Wirksamkeit okklusaler Stopps als Kraftbegrenzung zur Verhinderung exzessiver Spannungen überprüft.

Zur simultanen Erfassung des Löse-Fügekraftverhältnis und der Präzision der Doppelkronenprothesen wurde ein biomechanisches Modell mit anatoformen Eigenschaften in Pfeilerzahnpositionierung und -auslenkung angefertigt. Die Auslenkung der acht Pfeiler 17, 15, 13, 11, 21, 23, 25 und 27 diente hierbei als Indikator für die Passgenauigkeit der Konstruktionen. Auf den abnehmbaren Pfeilern wurden Innenkronen aus Zirkoniumdioxid mit einem Konuswinkel von  $3^\circ$  zementiert. Elf 14-gliedrige Gerüste aus Zirkoniumdioxid wurden zur weiteren Untersuchung einheitlich angefertigt. Bei jedem Gerüst wurden das Löse-Fügekraftverhältnis der einzelnen Pfeiler ohne Stopp, nach individueller Stoppapplikation unter 30 N Fügekraft und nach simultaner Stoppapplikation der acht Pfeiler unter 240 N Fügekraft untersucht. Das Löse-Fügekraftverhältnis der Gesamtkonstruktionen wurde ohne und mit individueller Stoppapplikation bei polygonaler Abstützung auf den acht Pfeilern, bei quadrangulärer Abstützung auf den Pfeilern 17, 13, 23, 27, bei unilateral verkürzter Abstützung auf den Pfeilern 17, 13, 21, 23 und bei bilateral verkürzter Abstützung auf den Pfeilern 13, 11, 21, 23 ermittelt. Die Fügekkräfte der Einzelzahnbelastungen lagen bei 12,5 N, 25 N, 50 N, 75 N und 100 N, die der Gesamtkonstruktionen bei 100 N, 200 N, 300 N, und 400 N.

Es ließ sich feststellen, dass die individuell angebrachten, okklusalen Stopps die Lösekraft der einzelnen Pfeiler, bei Fügekkräften von bis zu 100 N, auf durchschnittlich 11,49 N reduziert haben. Bei simultaner Stoppapplikation variierte die Begrenzung der Lösekraft zwischen 0,2 N und 48 N. Das durchschnittliche Löse-Fügekraftverhältnis der einzelnen Konuskronen lag bei

27,1 %. Das Löse-Fügekraftverhältnis der verschiedenen Brückenkonstellationen lag zwischen 16,8 % und 20,9 % und wies keine signifikanten Unterschiede auf. Nach individueller Stoppapplikation lag eine durchschnittliche maximale Lösekraft von 13,9 N bei der quadrangulären Abstützung, 12,1 N bei der polygonalen Abstützung, 6,5 N bei der unilateral verkürzten Abstützung und 4,4 N bei der bilateral verkürzten Abstützung vor. Die horizontale Belastung der Pfeiler wies einen Mittelwert von 13,78 N (SD 5,64) bei der Versuchsreihe mit eingebrachten Stopps auf, wobei die Belastungsrichtung vom Mittelpunkt des Stützfeldes nach außen gerichtet war. Die Stoppapplikation als auch die Fügekraft hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Horizontalbelastungen. Die horizontalen Einzelzahnbelastungen variierten je nach Abstützungsvariante und Pfeiler. Die bilateral verkürzte Abstützung wies die geringste Einzelzahnbelastung auf, gefolgt von der quadrangulären Abstützung. Die unilateral verkürzte Abstützungsvariante gefolgt von der polygonalen Abstützung verzeichneten die höchsten Einzelzahnbelastungen an Pfeiler 17 von 27,8 N und 23,9 N. Dies entspricht einer Auslenkung von annähernd 108  $\mu\text{m}$  und 93  $\mu\text{m}$ .

Eine quadranguläre Abstützung der Konusprothesen hat sich als zu bevorzugende Variante dargestellt. Sie weist die geringste Variation in der horizontalen Belastung der Pfeilerzähne und die höchsten Lösekräfte nach individueller Stoppapplikation auf. Die Lösekräfte der Prothesen nach Stoppapplikation lagen unter den, anhand der Einzelkonusmessungen, erwarteten Werte. Als Ursache hierfür wird ein vertikaler Verzug in Kombination mit der rigiden Modellgestaltung gesehen. Ein Verzug der Gesamtkonstruktion in vertikale Richtung lässt sich anhand der stark variierenden Lösekräfte der Einzelkronen nach simultaner Stoppapplikation nachweisen. In vivo können vertikale Ungenauigkeit jedoch durch die axiale Zahnbeweglichkeit minimiert werden. Zusätzlich wird die Lösekraft durch den Speichel weiter erhöht wodurch eine ausreichende Retention gewährleistet wird. Die eingebrachten okklusalen Stopps haben die Lösekräfte und somit auch die Spannungen in der Außenkrone beim Fügen effektiv limitiert. Die erfassten Belastungsrichtungen weisen nach, dass die Zirkoniumdioxidgerüste tendenziell zu groß waren. Hierdurch steigt die horizontale Belastung der Pfeilerzähne mit zunehmendem Abstand vom Mittelpunkt der Pfeilerzahnordnung. Zusätzlich konnte ein Verzug in horizontale Richtung durch die Variation der Horizontalkräfte festgestellt werden. Dieser Präzisionsverlust ist vornehmlich dem Sinterprozess zuzuordnen. Die im Rahmen des Präzisionsverlustes registrierten Belastungen und Auslenkungen der Pfeiler liegen jedoch deutlich unterhalb der natürlichen Zahnbeweglichkeit und stehen nicht im Widerspruch zu einer Patientenanwendung.