

7. Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war die vergleichende Beurteilung der mechanischen Belastbarkeit sowie der Frakturqualitäten von Stiftstumpfaufbausystemen aus Phantom-Metall, Zirkonoxidkeramik, Glasfaser- und Karbonfaser-Verbundsystemen, die in natürlichen mittleren Oberkieferschneidezähnen bis zum Bruch belastet wurden. In diesem Rahmen wurde auch die Auswirkung von konventioneller (Ketac-Cem) und adhäsiver (Variolink II) Befestigung von Zirkonoxidkeramik-Stiften untersucht. Schließlich fand die Oberflächenmodifizierung der Karbonfaserstifte aus dem Karb*/PanF-System durch Abstrahlen mit Korund statt, um zu überprüfen, ob hierdurch bessere Verbundhaftungen und daraus folgend bessere Frakturergebnisse zu erzielen sind.

Acht Untersuchungs-Systeme zu je 20 Probenkörpern wurden aus den verschiedenen Stiftsystemen und der jeweiligen Befestigungsart gebildet. Die Stiftstumpfaufbauten waren 15,0 mm lang, wobei der Stift 8,0 mm, der okklusale Kasten (1,8 x 3,0 mm) 2,0 mm und der Aufbau 5,0 mm lang waren. Die Zahnstümpfe waren auf eine Länge von 15,0 mm bei einer Wurzellänge von 14,0 mm und einer restlichen Kronensubstanz von 1,0 mm sowie auf einen Durchmesser von 6,0 mm standardisiert worden. Phantom-Metall Stiftstumpfaufbauten wurden mit Ketac-Cem, die keramischen Stiftstumpfaufbauten (CosmoPost) mit Ketac-Cem und Variolink II, glasfaserverstärkte Kunststoffstifte (FRC Postec) mit Multilink und übrige faserverstärkte Stifte (Mirafit black, HT Cytec carbon, HT Cytec blanco) mit Panavia F zementiert. Die faserverstärkten Kunststoffstifte erhielten alle einen Aufbau aus Komposit (Tetric). Alle Proben wurden einer künstlichen Alterung durch 20.000 Temperaturlastwechsel in unterschiedlich temperierten Wasserbädern (5 ° / 55 °C) für zwei Wochen unterzogen. Die anschließende Belastung bis zum Bruch fand mit einem Kraftangriff an der lingualen Inzisalkante der Aufbauten in einem Winkel von 135° zur Zahnlängsachse bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 3,0 mm/min statt. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Bruchlastwerte [N], sowie die Wurzelfrakturaten [%] betragen für: Stiftsystem PhanMe/GIZ (339,9 ± 74,7; 100 %), Cosmo/GIZ (321,5 ± 56,3; 79 %), Cosmo/Vario (302,4 ± 76,1; 90 %), Glas/Multi (310,0 ± 45,9; 80 %), HTGlas/PanF (348,8 ± 29,1; 95 %),

Karb*/PanF ($213,8 \pm 27,4$; 65 %), Karb/PanF ($382,3 \pm 47,6$; 85 %), HTKarb/PanF ($407,0 \pm 62,2$; 70 %).

In den Systemen mit keramischen Stiftstumpfaufbauten traten zusätzlich zu dem Versagen von Aufbauten und Zahnwurzeln Stiftbrüche auf: Cosmo/GIZ (32 %), Cosmo/Vario (40 %). In ihren Bruchwerten unterscheiden sich die Keramikstift- und die Glasfaserverstärkten Stiftsysteme Glas/Multi sowie das Phantom-Metall System statistisch nicht.

Karbonfaserverstärkte Stifte ohne Oberflächenmodifizierung unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant voneinander, weisen aber statistisch hochsignifikant höhere Bruchlastwerte als alle anderen Stiftsysteme auf. Die statistisch signifikant niedrigsten Bruchlasten wurden mit System Karb*/PanF erzielt.

Neue HT Karbonfaserstifte zeigen die höchsten Bruchlastwerte mit wenigsten Wurzelfrakturen. Karbonfaserstifte mit Verwindung der Fasern im Stift haben bei gleichen Bruchlastwerten eine hohe Anzahl an Wurzelfrakturen. Beide Systeme sind den metallischen Stiftstumpfaufbauten überlegen. Eine Anraugung der Stiftoberfläche ist nicht zu empfehlen.

Alle Ästhetik-Stifte (Keramik- und Glasfaser-Systeme) zeichnen sich gegen über den Stiften mit Karbonfaserverstärkung (ausgenommen System Karb*/PanF) durch geringere Bruchlastwerte bei etwa gleicher bis schlechterer Bruchqualität aus.

Innerhalb dieser Ästhetik-Stift-Systeme hebt sich der HT Glasfaserstift mit signifikant höheren Bruchlastwerten ab. Seine hohe Wurzelbruchrate muss in diesem Zusammenhang gesehen werden. Mit Glasionomermertement befestigte keramische Stiftstumpfaufbauten gleichen in ihren Bruchlastwerten und ihrer Rate an Wurzelfrakturen den Glasfaserstiften FRC Postec (System Glas/Multi).

Werden Stiftstumpfaufbauten aus Zirkonoxidkeramik mit Variolink II adhäsiv befestigt, zeigen sie keine statistisch signifikanten Bruchlastunterschiede, jedoch eine höhere Wurzelbruchrate im Verhältnis zu identischen mit Glasionomermertement befestigten Stiftstumpfaufbauten. Insgesamt besitzen die ästhetischen Stift-Systeme bei statistisch gleichen Bruchlastwerten bessere Frakturqualitäten als die metallischen Stiftstumpfaufbauten.

Abschließend ist festzustellen, dass untersuchte Keramik- und Faserstiftsysteme auch unter dauerhaften Temperatur- und Flüssigkeitseinflüssen einer ausreichenden Bruchfestigkeit für die Anwendung im Frontzahnbereich entsprechen.

Summary

The purpose of this study was to compare the fracture resistance and fracture quality of post-and-core systems made of phantom-alloy, zirconia ceramic, glass- and carbon fibre reinforced material, which were applied to natural upper incisors and loaded until failure. Further it was examined, if zirconia posts with sufficient post length result in the same findings as conventional cementation with glass ionomer cement (Ketac-Cem) and as by luting them with resin cement (Variolink II). Finally a carbon fibre post was modified at its surface by sandblasting, to verify whether there is better adhesion and from that better fracture results are to be obtained.

Eight groups each with twenty samples were made of the different post systems and their fixing mode. The post-core buildups were 15,0 mm long, with 8,0 mm post length, 2,0 mm length of core inlay (1,8 x 3,0 mm) and 5,0 mm core length. The teeth were standardized to a diameter of 6,0 mm and a total length of 15,0 mm, whereby the root length measured 14,0 mm and the remaining crown length 1,0 mm. Phantom-alloy post-core buildups were cemented with Ketac-Cem, the ceramic post-core buildups (CosmoPost) with Ketac-Cem and Variolink II, glass fibre posts (FRC Postec) with Multilink and the other fibre posts (Mirafit black, HT Cytec blanco, HT Cytec carbon) were luted with PanaviaF. The fibre posts all received core buildups out of composite (Tetric). All samples were subjected to 20.000 thermo cycles (5 ° / 55 °C) for two weeks. The following loading until failure was undertaken by force application on the oral side of the incisal edge at an angle of 135° to the long axis of the tooth and with a crosshead speed of 3,0 mm/min.

The mean fracture strength in [N] and the number of root fractures [%] were: for group PhanMe/GIZ (339 ± 74,7; 100 %), Cosmo/GIZ (321,5 ± 56,3; 79 %), Cosmo/Vario (302,4 ± 76,1; 90 %), Glas/Multi (310,0 ± 45,9; 80 %), HTGlas/PanF (348,8 ± 29,1; 95 %), Karb*/PanF (213,8 ± 27,4; 65 %), Karb/PanF (382,3 ± 47,6; 85 %), HTKarb/PanF (407,0 ± 62,2; 70 %).

The groups with ceramic post-core buildups showed not only failure of core build-ups and roots but also broken down posts: Cosmo/GIZ (32 %), Cosmo/Vario (40 %).

The ceramic post groups as well as the glass fibre group Glas/Multi and the Phantom-alloy group have no statistical differences.

Equally carbon fibre post groups without surface roughening have no statistical differences, but show in the statistics significantly higher fracture resistances than the other groups do. The statistically lowest fracture strength is shown in group Karb*/PanF.

Newly developed HT carbon fibre posts have the highest fracture resistance and less root fractures. The carbon fibre posts with twisted fibres have the same resistance, but show a higher rate of root fractures. Both of the systems are better than the metal post system. A surface roughening is not recommendable.

The aesthetic post groups (ceramic and glass fibre systems) have significantly lower fracture strength than the carbon fiber posts (except group Karb*/PanF), with equal to or inferior fracture qualities. From these aesthetic groups the HT glass fibre post (HT Cytec blanco) stood out with significantly higher fracture resistance, but also with the lowest fracture quality.

The glass ionomer cement fixed ceramic post-core buildups are in their fracture resistances and rate of root fractures similar to glass fibre posts FRC Postec (group Glas/Multi). When post-core build-ups made of zirkonoxid ceramic are luted with Variolink II, they have no statistically significant differences in their fracture strength but a higher rate of root fractures in comparison with identically post-core build-ups when glass ionomer cement is used for fixing. All together the aesthetic post groups have - with statistically same resistance to failure - better fracture qualities as metallic post-core build-ups.

Finally the tested ceramic- and fibrepost systems have sufficient fracture resistances for using them in anterior teeth even they are stressed by continuous temperature and liquid influences.