

- Zusammenfassung -

Nadine Deurer
Dr. med. dent.

Evaluation der optischen Kohärenztomografie in der Kieferorthopädie: Untersuchungen zum Abrasionsverhalten von Glattflächenversiegeln und zur Detektion früherer Demineralisationen

Fach/Einrichtung: Mund-Zahn-Kieferheilkunde
Doktorvater: Prof. Dr. med. dent. Christopher J. Lux

Demineralisationen, so genannte White-Spot-Läsionen (WSL) der Zähne, stellen eine häufige (ca. 25%) Behandlungskomplikation während der kieferorthopädischen Behandlung mit Multi-Bracket-Apparaturen dar. Diese Läsionen können sich nicht nur zu manifesten kariösen Läsionen weiterentwickeln, sondern stellen für die Patienten auch eine ästhetische Beeinträchtigung dar. Daher kommt dem Ansatz zur Vermeidung, Untersuchung und Monitoring dieser Läsionen eine große Bedeutung zu.

Glattflächenversiegler (GFV) gelten in der Kieferorthopädie neben weiteren Strategien als gängige Prophylaxemaßnahme und sind in deutschen Zahnarztpraxen fest etabliert – über 90 % aller Praxen greifen auf diese Maßnahme zurück. Sie sollen bei der Behandlung mit festen Multi-Bracket-Apparaturen die Zähne im Sinne einer mechanischen Barriere vor Demineralisationen schützen. Da diese festsitzenden Apparaturen zu erhöhter Plaqueakkumulation neigen, damit potentielle Kariesprädispositionsstellen darstellen und die Versiegelungsmaterialien anfällig für Verfärbungen sind, sieht der Behandlungsplan in regelmäßigen Abständen professionelle Zahnreinigungen (PZR) vor, wodurch Plaque und Verfärbungen entfernt werden. An dieser Stelle wird das Abrasionsverhalten der GFV relevant. Es liegen noch keine ausreichenden, wissenschaftlichen Daten zum Verhalten gängiger kieferorthopädischer GFV unter den gängig angewandten PZR Maßnahmen vor, weswegen dies in der vorliegenden Arbeit untersucht werden sollte. Des Weiteren wurde die Integrität von kieferorthopädischen GFV nach der PZR bisher nur in vitro untersucht. Neueste Forschungsergebnisse geben Aufschluss darüber, dass die optische Kohärenztomografie (OCT) für die longitudinale Bestimmung der Schichtdicke von GFV in vitro und in vivo erfolgreich eingesetzt werden kann.

Das erste Ziel der vorliegenden Dissertation war es daher, im Rahmen der Teilstudie 1 das Verhalten der Schichtdicke von Versiegeln nach der PZR in vitro und in vivo mittels OCT zu untersuchen.

Hierfür wurden 96 extrahierte, menschliche Zähne den GFV Pro Seal® (PS) und Opal™Seal™ (OS) sowie unterschiedlichen PZR-Protokollen zugeordnet: A) Erythritol-Pulver-Wasserstrahlen oder B) Polieren mit der Bürste und Prophylaxepaste (Cleanic®). Die Schichtdicke der Versiegler wurde unmittelbar nach dem Auftragen (Baseline), nach dem Thermocycling und nach mehreren PZR-Schritten von 5 s, 10 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90 s und 120 s mit Hilfe der OCT bestimmt. Zusätzlich wurde eine vierarmige, randomisierte, kontrollierte, klinische Studie (RCT) durchgeführt. Dabei wurden die Zähne der vier Quadranten von 20 Patienten den Versiegeln und PZR-Protokollen zufällig zugeordnet. Die Materialdicke wurde zu Beginn, vor und nach dem PZR-Protokoll analysiert.

In vitro zeigten beide Versiegler signifikante Schichtdickenverluste nach beiden PZR-Protokollen. Die Schichtdickenverluste betragen bei PS 0,77 µm/s (95 % KI: 0,67; 0,87) beim Erythritol-Pulver-Wasserstrahlen und 0,43 µm/s (95 % KI: 0,37; 0,49) beim Polieren mit der Bürste, während sich die Schichtdicke von OS um 0,44 µm/s (95 % KI: 0,32; 0,55) beim Erythritol-Pulver-Wasserstrahlen und um 0,79 µm/s (95 % KI: 0,68; 0,89) beim Polieren mit der Bürste

verringerte. Die Schichtdickenabnahme war bei PS nach dem Erythritol-Pulver-Wasserstrahlen und bei OS nach dem Polieren mit der Bürste signifikant höher. Die Ergebnisse hinsichtlich der Schichtdickenverluste der Versiegler durch PZR waren in der randomisierten Patientenstudie mit den Ergebnissen der In-vitro-Untersuchungen vergleichbar.

Bei Zähnen, die mit GFV behandelt wurden, ist die Verwendung von schonenderen, auf die Abrasionseigenschaften der Versiegler abgestimmten PZR-Protokollen zu empfehlen. Bei mit PS versiegelten Zähnen ist das Erythritol-Pulver-Wasserstrahlen und bei mit OS-behandelte Zähnen die Politur mit der Bürste zu vermeiden.

Aus Teilstudie 1 und in Anlehnung an die aktuelle Literatur lässt sich eindeutig ableiten, dass die GFV anfällig gegen Abrasion sind und daher keine langfristige Schutzwirkung bieten. Deshalb wird die Untersuchung weiterer Strategien zur Demineralisationsprophylaxe als wichtig erachtet. In diesem Zusammenhang spielt die Detektion der De- und Remineralisationen des Zahnschmelzes eine große Rolle um longitudinale Verläufe zu dokumentieren.

Als zweites Ziel behandelte die vorliegende Arbeit daher im Rahmen der Teilstudie 2, die Möglichkeiten der In-vitro- und In-vivo-Demineralisationsdetektion durch die OCT und inwieweit diese in Kombination mit der Fluoreszenzbildgebung einen klinischen Nutzen erbringt.

Dazu kam ein modifiziertes, kommerziell erhältliches, klinisch zugelassenes Gerät zum Einsatz, welches neben der OCT auch Fluoreszenz- und Reflexionsbilder erzeugt.

Insgesamt wurden 27 Zähne untersucht. Zunächst erfolgte die Einteilung in drei Gruppen, welche jeweils mit unterschiedlichen, demineralisierenden Gelen behandelt wurden: A) 0,1 M Milchsäure mit pH 4,5, B) 0,1 M Milchsäure mit pH 2, C) 0,5 M EDTA mit pH 7,2. Durch die Behandlungen wurden leichte, moderate und schwere Demineralisationen unter Laborbedingungen künstlich erzeugt. In regelmäßigen Abständen wurden Aufnahmen (Fluoreszenz-, OCT-Aufnahmen und Makrofotos) der Zähne erstellt und mittels Image J ausgewertet.

Zusätzlich wurden In-vivo-Daten von regulär entbänderten Patienten mit WSL aus der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Heidelberg gewonnen.

Die Ergebnisse für das Fluoreszenzverfahren weisen darauf hin, dass die blaue Autofluoreszenz dazu geeignet ist über die ausgeprägte Signalintensität die Demineralisationen zu detektieren. Über die OCT-Schnittbildgebung war es ebenfalls möglich die Läsionstiefen der demineralisierten Hartschubstanz zuverlässig darzustellen.

Zusammenfassend wurde die Evaluation der OCT in der Kieferorthopädie mittels Untersuchungen zum Abrasionsverhalten von GFV und zur Detektion früher Demineralisationen erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die langfristige Schutzwirkung der GFV fraglich ist. Somit sind weitere Strategien zur Demineralisationsprophylaxe notwendig. Die OCT stellt zukünftig bei der Untersuchung weiterer Präventionsstrategien ein vielversprechendes, klinisch anwendbares, nichtinvasives Verfahren dar, mit dem es möglich ist die Zahnhartsubstanz hinsichtlich Neubildung sowie Progression von Demineralisationen zu monitoren.

Allgemein lässt sich bezüglich des OCT-Verfahrens festhalten, dass noch viel Potenzial in dieser Technologie steckt, welche in den kommenden Jahren für verschiedenste Fragestellungen modifiziert und klinisch nutzbringend eingesetzt werden könnte.

Die durch diese Arbeit gewonnenen Erkenntnisse tragen insgesamt dazu bei, das OCT-Verfahren der dauerhaften Anwendung in der Praxis ein Stück näher zu bringen und als nichtinvasives Verfahren in den Praxisalltag zu integrieren.