

Bonding up to date – Neues von Klebern und Polymerisationslampen

Dr. Brigitte Wendl stellte auf der letztjährigen DGKFO-Tagung die Ergebnisse einer Studie zum Vergleich von Klebern und Polymerisationslampen vor. Die Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Helmut Droschl (Universitätsklinik Graz, Abteilung für Kieferorthopädie) und Prof. Dr. Wolfgang Kern (Technische Universität Graz, Institut für chemische Technologie organischer Stoffe)*

Inhalte der Untersuchung

1. Vergleich der Haftfestigkeiten direkt geklebter Brackets (mit einem lichterhärtenden Kunststoffadhäsiv und einem kunststoffmodifizierten Glasionomerzement) unter Verwendung verschiedener Lichtpolymerisationslampen. Zusätzlich wurde die Haftfestigkeit eines chemisch härtenden Kunststoffklebers gemessen.

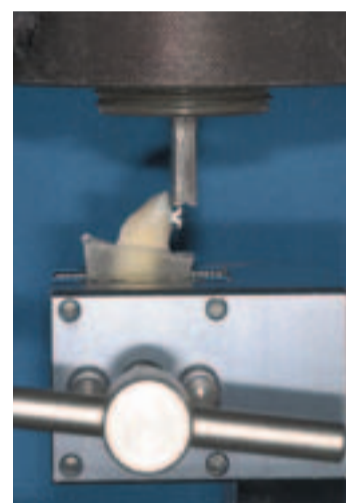


Abb. 1

2. Vergleich 1-Std.-bis-24-Std.-Werte der Haftfestigkeiten der jeweiligen Kleber.
3. Vergleich der Lampen durch Bestimmung des Polymerisationsgrades.

Folgende Materialien wurden verwendet

Kleber

1. Fuji Ortho LC als kunststoffmodifizierter Glasionomerzement (licht- und selbsthärtend)
2. Enlight LV als lichterhärtender Kunststoffkleber
3. Concise als chemisch härtender Kunststoffkleber

Lampen

- Halogenlampe: Optilux 401/ Fa. Kerr, Lichtleistung min. 550 mW/cm², Wellenlänge 400–520 nm, Aushärtungszeit: 2 x 20 sec
- Hochleistungshalogenlampe:

Optilux 501/Fa. Kerr, Lichtleistung 300–1.100 mW/cm², Wellenlänge 400–510 nm, Aushärtungszeit mit so genanntem booster mode 2 x 5 sec mit 1.100 mW Lichtleistung (Abb. 3)

- Plasma-(Xenon-)lampe: Apollo 95 E/Elite/Fa. DMDS Lichtleistung (curing mode) 1.600 mW/cm², Wellenlänge 460–490 nm, Aushärtungszeiten: 2 x 1, 2 x 2, 2 x 3 sec (Abb. 5)

- Diodenlampe (LED): GCe-Light/Fa. GC, Lichtleistung 750 mW/cm², Wellenlänge: 440–490 nm, fast cure mode mit 2 x 9, 2 x 12 sec (Abb. 2)

Vergleich der Haftfestigkeiten direkt geklebter Brackets

Methode

An 400 gesammelten Zähnen wurden nach entsprechender Vorbereitung und Reinigung die Kleber streng nach Herstellerangaben appliziert. Die Schmelzoberflächen wurden bei den Klebern Enlight und Concise für 30 sec mit 37 % Phosphorsäure in Gelform geätzt und 30 sec lang mit Wasser abgespült. Die Haftvermittler Ortho Solo bzw. Scotchbond wurden auf trockener Schmelzoberfläche appliziert. Beim Kleber Fuji Ortho LC erfolgte die Säureätzung 20 sec lang mit 10 % Polyacrylsäure, es wurde ebenfalls 30 sec lang abgespült und der Kleber auf feuchter Schmelzoberfläche aufgebracht. Der Output an Lichtleistung wurde vor und nach Gebrauch jeder Lampe mit einem Dosismessgerät für Lichtleistung überprüft.

Nach einer kurzen Voruntersuchung über die Art der Aushärtung erfolgte aus praktischen Gründen (kurze Aushärtungszeiten einzelner Lampen) die Aushärtung von mesial und distal. Nach erfolgtem Bonding wurden die Zähne auf reproduzierbare Weise in Kunststoff eingebettet (Abb. 4) und die Messung der Haftfestigkeit

wurde durch das Abscheren der Brackets mit einer Instronmessmaschine (Vorschubgeschwindigkeit von 0,5 mm/min) durchgeführt, (Abb. 1). Die Abscherkraft wurde in Newton registriert und als Kraft/Fläche in MPa angegeben. Die Abscherprüfung erfolgte bei allen drei verwendeten Klebern eine bzw. 24 Stunden nach erfolgtem Bonding (bis dahin Lagerung in einer feuchten Kammer mit aqua dest).

Ergebnisse

In der Vorstudie über den Einfluss unterschiedlicher Aus-

härtung auf die Haftfestigkeit (Aushärtung von einer Seite 1 x 40 sec, von 2 Seiten 2 x 20 sec [mesial und distal] oder von 4 Seiten 4 x 10 sec mit der Halogenlampe Optilux 401 bei Enlightklebung) zeigte die mehrseitige Aushärtung (im Vergleich zur einseitigen Härtung) eine signifikante Steigerung der Haftfestigkeit (Steigerung von 9,3 auf 11,6 MPa). Auf Grund der kurzen Aushärtungszeiten der Lampen wurde mesial/distal gehärtet. Nachfolgend wurden die Haftfestigkeiten nach 1 Std. bei Enlightklebung mit verschiedenen

Lampen verglichen. Es resultierte eine signifikant höhere Haftfestigkeit bei Aushärtung mit der Halogenlampe (40 sec). D.h., die Lampe mit der längsten Aushärtezeit erreichte die höchsten Werte.

Die anderen Lampen ergaben mit den gewählten Aushärtungszeiten keine signifikanten Unterschiede, erreichten aber alle eine ausreichende Haftfestigkeit (bezogen auf eine Mindesthaftfestigkeit nach Reynolds von 5–8 MPa). Bei der Xenonlampe ist die Polymerisationszeit mit 2 x 1 sec für eine klinisch akzeptable Haftfestigkeit zu kurz (2 x 2, 2 x 3 sec sind hingegen ausreichend).

Lampen mit kurzen Aushärtezeiten hatten bei Enlightklebung im Gegensatz zur Halogenlampe mit 40 sec Härtungszeit deutlich niedrigere Haftfestigkeiten bei großen Bracketbasen (Oberkieferfrontzahnbrackets).

Die Haftfestigkeiten (MPa) nach 1 Std. bei Fuji Ortho LC-

Klebung mit verschiedenen Lampen ergaben vergleichbare Werte. Dies ist mit der trivalenten Abbindereaktion (licht- und selbsthärtende Kunststoffkomponente, herkömmliche Säure/Basenreaktion des Glasionomerzementes) erklärbar. Bei Conciseklebung wurden die höchsten Werte der Haftfestigkeiten erreicht. Nur bei kleinen Bracketbasen (siehe Unterkieferfrontzähne) ergaben sich vergleichbare Werte zur Lichthärtung. Beim Vergleich der Kleber sind die Haftfestigkeiten des kunststoffmodifizierten Glasionomerzementes denen der lichterhärtenden Kunststoffklebung vergleichbar (bzw. liegen bei Lampen mit kurzen Polymerisationszeiten sogar gering höher), gegenüber der selbsthärtenden Kunststoffklebung sind sie aber signifikant niedriger.

Nach 24 Stunden kam es, bezogen auf die Mittelwerte, zu einer prozentuellen Steigerung der Haftfestigkeiten bei

ANZEIGE

equilibrium® mini de

~~big~~ mini is beautiful

equilibrium® mini

Das kleinste Bracket der Welt

DENTAURUM

Turnstraße 31 · 75228 Ispingen · Germany · Telefon +49 72 31 / 803-0 · Fax +49 72 31 / 803-295
www.dentaurum.com · E-Mail: info@dentaurum.de



Abb. 2



Abb. 3

allen Klebern (Enlight 19 %, Fuji 6,6 %, Concise 16 %). Der lichtaktivierte Kunststoffkleber hatte somit die höchste Steigerung der Haftfestigkeit. Das heißt, der Polymerisationsvorgang (= diese Kettenreaktion, im Sinne Vernetzung von Methacrylatmonomeren durch Aufspaltung von Doppelbindungen) schreitet mit Sicherheit auch noch nach Beendigung der Lichtexposition voran.

Vergleich der Lampen durch Bestimmung des Polymerisationsgrades

Methode

Bei der Härtung von Dentalkompositen, die auf Acrylat- oder Methacrylat-Harzen beruhen, erfolgt nach der Aktivierung eines Photoinitiators durch Licht eine radikalische Polymerisation der Acrylat- bzw. Methacrylatgruppen. Während der Polymerisation werden die C=C-Doppelbin-



Abb. 4

dungen umgesetzt. Je mehr Doppelbindungen aufgespalten werden, desto höher ist der Polymerisationsgrad und damit die Härtung des Kompositen. Dieser Polymerisationsgrad (= Abnahme an C=C-Doppelbindungen) wurde in Abhängigkeit von der Aushärtungszeit mittels Infrarotspektroskopie beurteilt. Bei der Infrarotspektroskopie werden Moleküle durch die Absorption von IR-Strahlung in Schwingungen versetzt, die

auf einzelne funktionelle Gruppen lokalisiert sind. Diesen Absorptionsbanden entsprechen definierte Bereiche im IR-Spektrum – man kann eine funktionelle Gruppe durch die Absorptionsbande identifizieren. Banden zur Verfolgung fotoinduzierter Härtung von Composites:

- C=C-Valenzschwingungsbande 1.620–1.640 cm⁻¹
- C-H-Valenzschwingungen in Methacrylaten bei 3.104 cm⁻¹

Ergebnisse

Bei allen getesteten Lampen erreicht man mit den empfohlenen bzw. gewählten Aushärtungszeiten einen Restacrylatgehalt von ca. 40 % (bei Optilux 401 sogar von 35 %), der bei längerer Aushärtung nicht unter 34 % sinkt, wenn eine direkte Belichtung des Klebers möglich ist. Die gewählten Aushärtungszeiten (Halogenlampe: 40 sec, Hochleistungshalogenlampe: 10 sec, Diodenlampe: 18 sec, Xenonlampe 6 sec) sind somit für eine erfolgreiche Polymerisation ausreichend. Bei Lagerung im Dunkeln für 24 Stunden bei Raumtemperatur ist auch nach sehr langer Aushärtung (200 sec mit der Halogenlampe Optilux 401) noch eine Nachhärtung möglich. Bei der Versuchs-



Abb. 5

ordnung mit Bracket konnte bei keiner Lampe (auch nicht nach sehr langen Aushärtungszeiten) eine Abnahme der C=C-Doppelbindungen an der Messstelle erfolgen, d.h. mittig in der untersten Kleberschicht (1 – 7 µm) verbleiben beim Kleben von Brackets mit lichterhärtenden Materialien ungehärtete Bereiche. Eine Nachhärtung ist aber auch nach sehr langen Aushärtungszeiten zu erwarten. **KN**

KN Anmerkung der Redaktion

* Da lediglich eine Auswahl der sich im Untersuchungszeitraum am Markt befindlichen Kleber und Polymerisationslampen Gegenstand der Studie sein konnte, wurde auf den Seiten 14–15 dieser Ausgabe eine Übersicht mit weiteren Produkten ergänzt.

„All in one Adhäsive“ werden sicherlich wegweisend für weitere Neuentwicklungen sein“

KN Kieferorthopädie Nachrichten sprach mit Dr. Brigitte Wendl über die Ergebnisse der in München vorgestellten Studie bezüglich des Vergleichs von Klebern sowie Polymerisationslampen.

KN Worin unterscheiden sich die neuen Klebetechniken von den vorhandenen?

In dieser Arbeit wurden weniger neue Klebetechniken unterschieden als vielmehr verschiedene Arten von Klebern unter Verwendung verschiedener Lichtpolymerisationsgeräte untersucht.

Ein kunststoffmodifizierter Glasionomerzement, ein licht- und ein chemisch härtender Kunststoffkleber waren die jeweiligen Adhäsive. Als Polymerisationsgeräte wurden eine Halogenlampe, eine Hochleistungshalogen-, eine Plasma (Xenon-) und eine Diodenlampe (LED) verwendet. Der lichterhärtende Glasionomerzement hat ja eine Abbindereaktion im Sinne einer Säure-Basen-Reaktion, einer licht- bzw. auch chemisch härtenden Kunststoffkomponente. Beim Kompositkleber kommt es nach entsprechender Aktivierung von Katalysatoren bzw. Photoinitiatoren über Radikalbildung zur Entstehung reaktiver Methacrylatmonomeren, die dann im Sinne einer Kettenreaktion zu Polymeren vernetzt

werden. Dieser Polymerisationsvorgang kann durch chemische Autopolymerisation, chemisch/physikalisch, durch Licht oder durch Kombination der Aktivatoren gestartet werden.

KN Wo liegen die Vorteile der neuen Kleber?

Der kunststoffmodifizierte Glasionomerzement besitzt die Fähigkeiten der Selbsthaftung an Schmelz und Dentin (eine Applikation mit/ ohne Säureätzung ist möglich), der hohen Fluoridabgabe (und auch Wiederaufnahme), und hat außerdem eine geringe Feuchtigkeitsempfindlichkeit.

Deswegen eignet er sich auch zum Kleben in posterioren Zahnsegmenten, wo eine Trockenlegung, wie sie z.B. bei Lichterhärtung von Kunststoffklebern erforderlich ist, schwer möglich ist.

KN Sind die immer kürzeren Polymerisationszeiten für kieferorthopädische Zwecke ausreichend oder muss mit Strukturfehlern bei der Kurzzeitpo-

lymerisation gerechnet werden? Ist das Polymer homogen? Bei allen Polymerisationslampen (außer bei der Xenonlampe mit der Härtungszeit 2 x 1 sec) konnte mit den verwendeten Klebern eine ausreichende Haftfestigkeit erreicht werden (bezogen auf eine Mindesthaftfestigkeit von 5–8 MPa). Weiterhin konnten wir mittels infrarotspektroskopischer Untersuchung nachweisen, dass alle Lampen mit den empfohlenen bzw. gewählten Aushärtungszeiten einen ausreichenden Polymerisationsgrad erreichen. Allerdings zeigte sich bei der Versuchsordnung mit Brackets, dass bei allen verwendeten Lampen mittig in der un-

tersten Kleberschicht ungehärtete Areale verbleiben und diese auch nach sehr langer Belichtungszeit persistieren.

KN Führt chemische Polymerisationsauslösung zu anderen Ergebnissen als Lichtpolymerisations-Initiierung?

Die chemische Polymerisationsauslösung, vor allem bei Härtung unter einem Bracket, ist mit Sicherheit vorteilhaft. In unserer Arbeit wurde die höchste Haftfestigkeit beim chemisch härtenden Kleber Concise erreicht. Bei der Lichtpolymerisation verbleiben nach Lichtexposition wie gesagt ungehärtete Areale mittig in der untersten Kleberschicht.

KN Haben Sie ein neues Verfahren für die Konditionierung und Vorbereitung des Schmelzes entwickelt – und wenn ja, was ist besonders zu beachten?

Wir haben kein neues Verfahren entwickelt, aber in einer anderen Untersuchung wurde der Haftverbund eines Self-Etching-Primers einer mikroretentiven Haftung durch Phosphorsäureätzung und separates Auftragen eines Universal-Primers gegenübergestellt. Die Haftfestigkeiten haben sich als sehr ähnlich erwiesen.

KN In welche Richtung entwickelt sich die Klebetechnologie – Ein- oder Zweikom-

ponentenmaterial? Wo sind noch Verbesserungen zu erwarten?

Ich glaube, dass vor allem beim Kleben von Brackets mit lichterhärtenden Materialien ein zusätzlicher chemischer Aktivator von Vorteil ist, um einen noch höheren Polymerisationsgrad zu erreichen. Um den Zeitfaktor zu minimieren, werden so genannte „All in one Adhäsive“ (Ätzen, Primern und Bonden in einem Arbeitsschritt) angeboten. Diese werden sicherlich wegweisend für weitere Neuentwicklungen sein, zumal deren ausreichende Haftfestigkeit nachgewiesen werden konnte. **KN**

KN Kurzvita



Dr. Brigitte Wendl

geb. am 07.09.1966 in Voitsberg (Österreich)

- 1985–1992 Medizinstudium an der Karl-Franzens-Universität Graz
- 1992 Promotion zum Doktor der gesamten Heilkunde
- 1996, nach Abschluss des Landesturnus, Diplom „Arzt für Allgemeinmedizin“ (Ius Practicandi)
- 1997–2000 Ausbildung zum Facharzt für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde an der Universitätsklinik Graz
- Seit 2001, neben eigener zahnärztlichen Praxis, klinisch-wissenschaftliche Tätigkeit sowie seit 2004 Assistenzärztin an der Kieferorthopädischen Abteilung der Zahnklinik Graz, Vorstand Prof. Dr. H. Droschl.

ANZEIGE

Die "Waschmaschine" für Abdrucklöffel NEU

Wirtschaftlich + umweltfreundlich



- Vollautomatische Abdrucklöffelreinigung in 2 Minuten, ohne Vorarbeit
- Spart wertvolle Arbeitszeiten
- Keine Folgekosten mehr durch teure Reinigungsschemikalien
- Nur 12 l Wasser pro Reinigungsvorgang (= 20 Löffel)
- Alginate- und Silikonreste werden aufgefangen

Neugierig?
Infos und Demos unter:

RIETH.

Andreas Rieth
Friedensstraße 16
D-73814 Schorndorf
Tel.: 49 (0) 71 81 25 76 00
Fax: 49 (0) 71 81 25 87 61
E-mail: info@rieth.de
Internet: www.rieth.de

Dental-Tray-Cleaner DTC 400