



David Sonntag, Roland Bärwald

Reattachment von Kronenfragmenten nach Frontzahntrauma



David Sonntag
OA Dr. med. dent.

Roland Bärwald
Dr. med. dent.

Beide:
Zentrum für Zahn-, Mund-
und Kieferheilkunde
Philipps-Universität Marburg
Klinik für Zahnerhaltung-
kunde
Georg-Voigt-Straße 3
35033 Marburg

INDIZES *Reattachment, Frontzahntrauma, Kronenfraktur, Restauration*

Bei einem Frontzahntrauma treten insbesondere an Oberkieferinzisivi häufig Schmelz-Dentin-Abspaltungen auf, die in ästhetisch-funktionellen Einbußen resultieren. Ist das frakturierte Zahnfragment vorhanden, kann die adäquate Versorgung dieser Hartsubstanzdefekte durch eine adhäsive Wiederbefestigung erfolgen. Zahlreiche unterschiedliche Techniken und Materialien wurden in Falldarstellungen beschrieben. Die Anwendung von Mehrkomponenten-Adhäsivsystemen mit einem Komposit geringer Viskosität erscheint vorteilhaft. Ebenso kann eine interne Dentinpräparation die Fragmentstabilität gegenüber anderen Präparationstechniken erhöhen. Bei Beachtung der idealen Indikationsstellung sowie der Anwendung einer die Oberfläche vergrößernden Präparation können Fünfjahresüberlebensraten von 90 % erreicht werden. Der vorliegende Artikel soll über die aktuell vorhandene Literatur informieren und einen praktischen Leitfaden für die erfolgreiche Indikationsstellung und Durchführung des Reattachments von Kronenfragmenten darstellen.

■ Einleitung

Frontzahntraumata stellen eine der häufigsten Verletzungsarten bei Unfällen dar. Sie werden bei Kindern und Erwachsenen durch Sportunfälle, Stürze sowie tätliche Auseinandersetzungen verursacht¹⁻³.

Die Restauration von Zahnkronen nach traumatisch verursachten Zahnhartsubstanzdefekten erfolgt häufig durch Kompositfüllungen, Veneers oder Kronen (Abb. 1 bis 4)^{4,5}. Eine weitere, seltener genutzte Therapiemöglichkeit zur Wiederherstellung von Zahnform und Kaufunktion stellt das so genannte Reattachment des frakturierten Zahnfragments dar: Das Schmelz-Dentin-Fragment wird adhäsiv an der verbliebenen Zahnhartsubstanz befestigt. Diese Therapievariante kann als konservierendste Möglichkeit der Wiederherstellung angesehen werden. Erstmals

wurde 1964 in einer Kasuistik das Reattachment einer Zahnkrone beschrieben. Die Befestigung erfolgte mit Zinkoxidphosphatzement und einem gegossenen Metallstift, der zu einer Stabilisierung führen sollte⁶.

In verschiedenen In-vitro-Studien wurde die adhäsive Wiederbefestigung von Zahnfragmenten nach Befestigung mit unterschiedlichsten Techniken und Materialien bezüglich der Bruchfestigkeit untersucht⁷⁻¹⁰. Klinische Untersuchungen ergaben gute Resultate bei den kurz- und mittelfristigen Nachkontrollen; aussagekräftige Langzeitergebnisse stehen jedoch zurzeit noch aus^{3,11}.

In der vorliegenden Übersicht werden verschiedene Vorgehensweisen diskutiert, unterschiedliche Materialien betrachtet und Vor- und Nachteile sowie die Erfolgsaussichten des Reattachments erörtert.

Manuskript
Eingang: 04.12.2006
Annahme: 09.01.2007



Abb. 1 Abgesprengte Schmelzbereiche nach Kronenfraktur an den zentralen und lateralen Inzisivi des Oberkiefers. Ein Reattachment der unvollständig vorhandenen Fragmente war nicht möglich (Abb. 1 bis 4 mit freundlicher Genehmigung von Frau Dr. K. Kook).



Abb. 2 Die Inzisivi wurden mit Komposit wieder hergestellt. Das Kompositmaterial erscheint direkt nach der Restauration im Vergleich zur übrigen Zahnhartsubstanz als zu transluzent. Eine endgültige Beurteilung der Restauration erfolgt frühestens 24 Stunden nach dem Legen der Füllungen.



Abb. 3 und 4 Veneerpräparation nach mehrfachen Kronenfrakturen an den zentralen Inzisivi mit einem bisher für den Patienten insuffizienten ästhetischen Restaurationsresultat. Bei einer sehr guten Zusammenarbeit von Zahnarzt und Zahntechniker ermöglicht die laborgefertigte Restauration eine ideale Farb- und Formgebung.



■ Beschaffenheit des Kronenfragments

Für das adhäsive Reattachment von Kronenfragmenten sind der Frakturverlauf, die Reponierbarkeit, die Größe und Anzahl der Kronenfragmente sowie die Lagerung des Fragments von entscheidender Bedeutung. Bei ausgedehnten Schmelz-Dentin-Frakturen kann die Pulpa eröffnet sein, sodass eine direkte Überkappung oder Pulpotomie erfolgen muss, bevor das Fragment adhäsiv wiederbefestigt wird. Bei reinen Schmelzabsprengungen ist die adhäsive Befestigung des Fragments hingegen nicht erforderlich, sodass die scharfen Kanten am Zahn lediglich geglättet werden müssen oder eine punktuelle Applikation eines niedrigviskösen Komposits ausreicht.

Der Frakturverlauf kann für die Reponierbarkeit des Fragments und die Langlebigkeit des Reattach-

ments entscheidend sein (Abb. 5). Bei einer Analyse von Falldarstellungen wurde festgestellt, dass in 80 % ein schräger Frakturverlauf von koronal-bukkal nach palatinal-apikal vorliegt¹² (Abb. 6). Dieser Frakturverlauf ist jedoch ungünstig, wenn Kräfte von labial auf das adhäsiv befestigte Fragment wirken¹³. Bei einem annähernd horizontalen Frakturverlauf besteht eine noch geringere Resistenz gegen labial auftretende Kräfte, da in diesem Fall nur eine kleine Adhäsivfläche für den Verbund vorhanden ist (Abb. 7)¹⁴. Der günstigste Verlauf für ein dauerhaftes Reattachment liegt bei einer Schrägfraktur nach bukkal-apikal in palatinal-koronaler Richtung vor, da bei einer erneuten frontalen Krafteinwirkung eine gute Unterstützung des Fragments durch die intakte Zahnhartsubstanz gewährleistet ist (Abb. 8 und 9)¹³. Liegen multiple Fragmente vor, ist die Fragmentbefestigung zumeist mit ästhetischen Einschränkungen

Copyright
Alle Rechte vorbehalten
Quintessenz

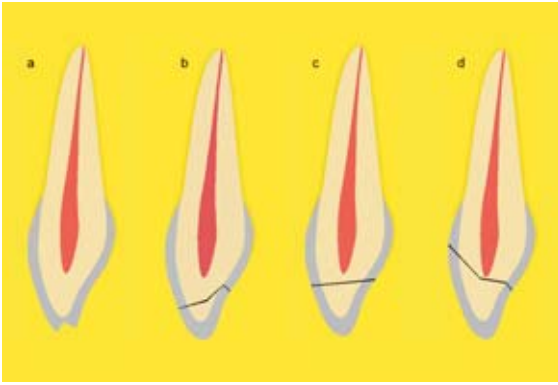


Abb. 5a bis d Frakturverläufe bei Frontzahntrauma. **a** Schmelzfraktur; **b** Schmelz-Dentin-Fraktur: typischer, für das Reattachment wenig vorteilhafter Frakturverlauf; **c** Schmelz-Dentin-Fraktur: für das Reattachment unvorteilhafter Frakturverlauf; **d** Schmelz-Dentin-Fraktur: für das Reattachment günstigster Frakturverlauf.



Abb. 6 Kronenfragment mit einer großen Oberfläche aufgrund des partiell schrägen Frakturverlaufs. Bei korrekter Durchführung ist ein langlebiges Reattachment zu erwarten.



Abb. 7 Kronenfragment mit einer nur geringen Adhäsionsfläche für ein dauerhaftes Reattachment aufgrund des horizontalen Frakturverlaufs. Eine langlebige Versorgung durch ein Reattachment kann nicht erwartet werden.



Abb. 8 Kronenfraktur mit dem für das Reattachment günstigsten Frakturverlauf (s. Abb. 5d). Nach Reattachment ist das Kronenfragment von palatinal durch noch vorhandenes Dentin abgestützt (Abb. mit freundlicher Genehmigung von Frau Dr. K. Kook).



Abb. 9 Zustand direkt nach Reattachment: Das adhäsiv befestigte Fragment erscheint noch heller als die übrige Zahnkrone. In Abhängigkeit von der Fragmentlagerung, der Schichtdicke des adhäsiven Befestigungsmaterials und der präzisen Reposition können sich Fragmente farblich dem ursprünglichen Zustand wieder vollständig angleichen (Abb. mit freundlicher Genehmigung von Frau Dr. K. Kook).

gen verbunden und daher eine adhäsive Restauration mit Kompositmaterialien vorzuziehen. Soll dennoch ein Reattachment durchgeführt werden, sind zunächst die einzelnen Bruchstücke miteinander zu verbinden, bevor das gesamte Fragment am Zahn befestigt wird. Wenn die extraorale Verbindung der Fragmente gelungen ist, muss die Passung am Zahnstumpf erneut geprüft werden. Bei dieser Überprüfung muss der Behandler die Entscheidung treffen, ob die Passgenauigkeit und die voraussichtliche Ästhetik für ein Reattachment ausreichen oder ob eine andere Restaurationsart gewählt werden sollte.

Unabhängig vom Frakturverlauf ist eine sehr gute Reponierbarkeit die Grundlage für einen dauerhaften, ästhetisch ansprechenden Verbund zwischen Zahn und Fragment. Aufgrund individuell extrem unterschiedlich verlaufender Frakturlinien ist auch die ideale Einschubrichtung für jedes Fragment ver-

schieden. Das Reponieren eines Fragments sollte nach Anlegen von Kofferdam auch bei guter Passung unbedingt mehrfach durchgeführt werden. Erst wenn die exakte Reposition vorhersagbar gelingt, sollte mit der Vorbereitung der adhäsiven Wiederbefestigung begonnen werden. Auch wenn die Adhäsivtechnik mit heutigen Werkstoffen bei relativer Trockenheit hervorragend gelingt, ist der Kofferdam als Schutz vor Ingestion, Aspiration sowie Herunterfallen und Suchen der Fragmente der zweifellos beste Schutz. Bei der Kontrolle der Reponierbarkeit des Fragments kann ein makroskopisch spaltfreier Sitz vorliegen, es können aber unter Umständen auch Absprengungen im Randbereich des Hauptfragments zu Spaltbildungen führen, die ohne optische Vergrößerung nicht erkennbar sind. Für das Management vorhandener Spalten zwischen Zahn und Fragment wurden verschiedene minimalinvasive Präpara-

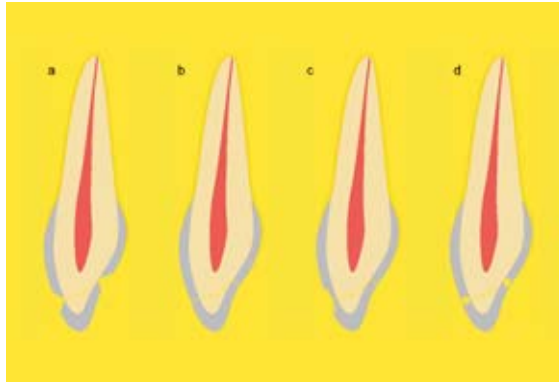


Abb. 10a bis d Präparationsformen an Zahn und Fragment. **a** zirkumferente Ansträgung des Schmelzes; **b** Reattachment ohne jegliche Präparation; **c** Schmelznut zur Aufnahme von Komposit zur Überschichtung des Frakturspalts; **d** interne Schmelzpräparation.

tionstechniken beschrieben, die im Folgenden dargestellt werden (Abb. 10).

Erscheint eine exakte Adaptation nicht möglich, sollte der Zahn mit einer Kompositrestauration oder einem Veneer versorgt werden^{15,16}.

Ein weiterer Einflussfaktor für ein erfolgreiches Reattachment ist die Lagerung des Fragments vor der Reposition. Eine einstündige trockene Lagerung verursacht noch keine Reduktion der Haftfestigkeit¹⁷; bei längerer trockener Lagerung kommt es jedoch durch die Dehydratation zum Kollabieren der Kollagenfasern. Wurde das Fragment über mehrere Stunden trocken gelagert, sollte es nach Reinigung mit Chlorhexidinlösung für 24 Stunden in steriler Kochsalzlösung gelagert werden, um den Feuchtigkeitsverlust zu kompensieren^{17,18}. Auch ohne eine zuverlässige Auskunft des Patienten zur Fragmentlagerung ist ein ausgetrocknetes Fragment sofort daran zu erkennen, dass es erheblich heller als der in der Mundhöhle verbliebene Zahnstumpf erscheint.

■ Vorbereitung von Kronenfragment und Zahn

Es wurden verschiedene Präparationstechniken beschrieben, die eine Vergrößerung der Adhäsionsfläche von Zahn und Fragment bewirken und damit zu einer besseren Haltbarkeit der Kronenfragmente führen sollen.

In verschiedenen Fallberichten wird die zirkumferente Schmelzanschrägung von Kronenfragment

und Zahnstumpf dargestellt (s. Abb. 10a). Sie dient sowohl einer Vergrößerung der potenziellen Retentionsfläche als auch einer qualitativ besseren Haftung durch schräg angeschnittene Schmelzprismen^{5,19}. Diese Technik scheint insbesondere bei unregelmäßig verlaufendem Frakturrand empfehlenswert zu sein¹⁴.

Eine weitere Präparationstechnik besteht im Anlegen einer V-förmigen Kerbe nur im Schmelz²⁰ (s. Abb. 10d). Diese eher theoretisch anmutende Technik ist schwierig durchzuführen, da die Dicke des Schmelzes von Frontzähnen kaum einzuschätzen ist und reproduzierbare Ergebnisse kaum zu erzielen sind¹⁴.

Das Anlegen einer fazialen Nut an der Frakturlinie nach dem Reattachment wird ebenfalls beschrieben^{21,22} (s. Abb. 10c). Diese Rinne wird nach der Präparation mit Komposit gefüllt und das Fragment somit stabilisiert. Auch eine Überkonturierung an der fazialen Glattfläche ohne vorherige Präparation wird von einigen Klinikern angewendet, um einerseits einen voraussichtlich sichtbaren Frakturspalt nach dem Reattachment zu maskieren und andererseits die Stabilität des Fragments zu erhöhen²³.

Eine weitere Präparationstechnik stellt das Anlegen einer internen Dentinaushöhlung dar^{19,24}. Diese Technik bietet sich an, um die Adhäsionsfläche des Fragments zu vergrößern und/oder ein ausreichendes Platzangebot für die Präparate einer indirekten oder direkten Überkappung zu schaffen^{2,24}. Des Weiteren kann mit dieser Präparation die Zahnfarbe durch Verwendung geeigneter Komposite modifiziert werden²⁵.

Manche Autoren bevorzugen ein Reattachment ohne jegliche Präparation, wobei diese Möglichkeit vorzugsweise bei gut reponierbaren Schmelz-Dentin-Flächen Anwendung finden sollte^{26,27}.

Angesichts dieser zahlreichen Vorschläge zur Wiederbefestigung stellt sich die Frage, ob es eine allgemein empfehlenswerte Technik gibt.

Im Vergleich zu intakten, nicht restaurierten Zähnen beträgt die Frakturresistenz nach Reattachment von nicht präparierten Fragmenten lediglich 50 bis 60 %^{8,28}. Im Vergleich zu Kompositrestaurationen sind wiederbefestigte Fragmente ohne Präparation in ihrer Resistenz gegen Fraktur um 55 bis 70 % reduziert. Die Präparation einer zirkumferenten Schmelzanschrägung am Fragment und am traumatisierten Zahnstumpf erhöht die Haftfestigkeit, die jedoch



nicht die Werte einer Kompositrestauration oder eines gesunden Zahns erreichen^{10,29,30}. Dentinaushöhlung und Überkonturierung zeigen zwar die höchste Belastbarkeit nach Reattachment, ohne jedoch die gleiche Stabilität wie bei gesunden Zähnen zu erreichen, die beispielsweise mit Kompositaufbauten erlangt werden kann¹⁰. Im Gegensatz zu den bisher vorgefundenen Ergebnissen stellten Reis et al.³⁰ fest, dass sowohl die Überkonturierung nach Reattachment als auch die Dentinaushöhlung vor dem Reattachment zu einer vergleichbaren Frakturresistenz führen wie bei gesunden Zähnen. Keinen Einfluss der Präparationstechnik auf die Verbundfestigkeit von Fragment zum Zahn beobachteten Worthington et al.⁸. Diese heterogenen Ergebnisse von In-vitro-Untersuchungen sind auf unterschiedliche Testverfahren, Frakturausdehnungen und Frakturverläufe zurückzuführen, sodass ein Vergleich der Studien miteinander kaum möglich erscheint. Bis heute liegt nur eine klinische Untersuchung vor, die ein Reattachment mit und ohne zirkumferente Schmelzpräparation vergleicht²². Keine der beiden hier untersuchten Versuchsgruppen konnte eine Überlegenheit gegenüber der anderen Gruppe aufzeigen.

Die vielschichtige Datenlage zeigt, dass keine eindeutige Aussage darüber, mit welcher Präparationstechnik die besten Haftwerte und die größte Frakturresistenz erzielt werden können, möglich erscheint. Ein wesentlicher Einflussfaktor für erneut auftretende Frakturen scheint jedoch die Anprallgeschwindigkeit eines Gegenstands auf das Fragment zu sein. Für die meisten Verbindungen gilt somit: Je höher die Geschwindigkeit eines Fremdkörpers, der auf das befestigte Fragment trifft, umso geringer der Widerstand gegen eine erneute Fraktur³¹.

■ Anwendung und Auswahl von Dentinadhäsiven

Die zahlreichen auf dem Markt verfügbaren Adhäsivsysteme führen zwangsläufig auch zu einer hohen Materialvielfalt im Bereich der adhäsiven Fragmentbefestigung, die eine valide Anwendungsempfehlung stark erschwert. Einzelne Untersuchungsgruppen verwendeten zum Reattachment ausschließlich ein Adhäsivsystem ohne zusätzliche Anwendung eines Kompositwerkstoffs^{28,32,33}. Bei vollständigem Ver-

zicht auf Kompositwerkstoffe erreichten befestigte Fragmente lediglich 40 bis 60 % der Frakturresistenz gesunder Zähne^{7,34}. Beim Vergleich zwischen der alleinigen Verwendung eines Adhäsivsystems und der Verwendung von zusätzlichem Komposit konnten bei guter Primärpassung zwischen Fragment und Zahnkrone jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den ermittelten Haftwerten festgestellt werden²³. In einer klinischen Untersuchung wurde ein Vergleich zwischen einer selektiven Schmelzätzung ohne Dentinkonditionierung und einer Schmelz- und Dentinkonditionierung durchgeführt: Ohne Dentinkonditionierung musste eine signifikant geringere Überlebensrate verzeichnet werden²².

Das verwendete Adhäsivsystem kann einen Einfluss auf die langfristige Verbundfestigkeit haben. Mehrflaschen-Adhäsivsysteme mit separater Ätzung von Schmelz bzw. Schmelz und Dentin führen zu einer besseren Fragmenthaftung als Einflaschen-Adhäsivsysteme oder selbstätzende Haftvermittler^{33,35}. Bei Untersuchungen an Klasse-V-Kavitäten führten Three-Step-Ethanol- oder wasserbasierte Adhäsive (z. B. Optibond oder Scotchbond MP) zu den besten Ergebnissen in Bezug auf Haltbarkeit und Langlebigkeit. Gleichzeitig erbrachten One-Step- „all-in-one“-Adhäsive (z. B. Prompt-L-Pop) eine nur geringe dauerhafte Haltbarkeit und erscheinen somit zurzeit wenig empfehlenswert^{36,37}.

Selbstverständlich spielt auch die Beachtung der Herstellerempfehlungen bei der Anwendung der Adhäsivsysteme eine wichtige Rolle. So ist beispielsweise beim Auftrag des Adhäsivsystems der Verwendung einer Microbrush gegenüber einem normalen Pinsel bei Benetzung des Dentins der Vorzug zu geben³⁸. Eine unzureichende Adhäsion kann zu Leakage, Randverfärbungen, Randabbrüchen bis hin zum Füllungsverlust bei stark beanspruchten, wenig makroretentiven Kavitäten führen³⁹.

■ Anwendung von Befestigungsmaterialien

Neben den unterschiedlichen Adhäsivsystemen wird die Anwendung verschiedener Befestigungsmaterialien wie fließfähiger oder hochvisköser Komposite bzw. licht- oder dualhärtender Kompositmaterialien empfohlen, um den Haftverbund zwischen Fragment



Abb. 11 Klinisches Bild einer komplizierten Schmelz-Dentin-Fraktur nach Sturz auf eine Steintreppe. Die 20-jährige Patientin erschien aufgrund der palatinal tiefen Frakturlinie mit den Fragmenten in situ.



Abb. 12 Röntgenologische Darstellung der frakturierten Zahnkrone mit deutlich erkennbarer tiefer Frakturlinie unter Beteiligung der Pulpa.



und Zahn zu verbessern und Zahnhartsubstanzdefekte auszugleichen. Farik et al.⁷ und Dean et al.⁴⁰ konnten keine Unterschiede bei der Verwendung unterschiedlicher Komposite hinsichtlich der Haftwerte feststellen, sofern keine zusätzliche Präparation stattfand.

Bei der Anwendung dualhärtender Kompositmaterialien resultieren geringere Haftwerte im Vergleich zu chemisch härtendem und lighthärtendem Komposit⁹. Allerdings wurde bei der Verwendung von chemisch oder dualhärtenden Kompositen – im Gegensatz zu lighthärtenden Kompositen – über eine Verfärbung des Frakturspalts berichtet¹⁴. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Kompatibilität zwischen dem Adhäsivsystem und dem Befestigungsmaterial¹⁴. Eine Hemmung der Polymerisation könnte zum Beispiel auftreten, wenn die sauren Monomere aus selbstätzenden Adhäsivsystemen mit den Katalysatoren chemisch härtender Komposite reagieren⁴¹. Ein weiterer Nachteil bei der Anwendung chemisch und dualhärtender Komposite besteht in dem teilweise noch erforderlichen manuellen Anmischen der Komponenten (Base und Katalysator). Daraus können sowohl Mischungsfehler als auch Luft einschüsse resultieren¹⁴.

■ Retrospektive Langzeituntersuchungen

Trotz zahlreicher Falldarstellungen, die ein erfolgreiches Reattachment belegen, existieren nur wenige klinische Studien zur Überlebensrate derartiger Restaurationen (Abb. 11 bis 14)^{22,42}.

In einem Beobachtungszeitraum von zehn Jahren wurden in einer skandinavischen Multicenterstudie 334 durch ein Reattachment versorgte Schmelz-Dentin-Frakturen nachuntersucht²². Bei alleiniger Schmelzätzung der Fragmente lag die 50%-Überlebensrate bei zwölf Monaten und die 25%-Überlebensrate bei sechseinhalb Jahren. Bei Schmelz- und Dentinkonditionierung zeigten sich eine 50%-Überlebensrate von 30 Monaten und eine 25%-Überlebensrate von siebeneinhalb Jahren. Bei 20 Patienten wurde sowohl eine direkte Kompositrestauration als auch ein Reattachment durchgeführt. Dabei betrug die Überlebensdauer des wiederbefestigten Fragments im Mittel 784 Tage und die der Kompositrestauration im Mittel 701 Tage. Allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant²².

In einer weiteren retrospektiven Studie wurden 84 Zähne nach Frontzahntrauma nachuntersucht. Bei zehn Zähnen erfolgte ein Reattachment, bei 74 Zähnen wurde eine Kompositrestauration durchgeführt. Neun der zehn adhäsiv befestigten Fragmente waren nach fünf Jahren noch in situ⁴².

Spinas⁴³ zeigte in einer Studie, dass bei kleineren Schmelz-Dentin-Frakturen ein Reattachment erfolgreicher war als bei Zähnen, bei denen mehr als ein Drittel der Krone frakturiert war. Nach einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren waren noch alle kleineren adhäsiv befestigten Fragmente in situ, während bei den größeren Fragmenten schon 61 % durch eine Kompositrestauration ersetzt werden mussten oder ein erneutes Reattachment notwendig war. In der Vergleichsgruppe, in der die Frakturen mit Kompositrestaurationen versorgt wurden, waren



Abb. 13 Klinische Situation ein Jahr nach Reattachment der am Schmelz nicht veränderten, unbeschleunigten Fragmente. Die Gingiva ist reizlos, die Fragmente befinden sich in situ. Trotz minimal erkennbarer Frakturlinien (Pfeile) konnte eine hervorragende Ästhetik gewährleistet werden.



Abb. 14 Röntgenologische Darstellung ein Jahr nach Reattachment mit niedrigviskösem Komposit. Die interne Dentinaushöhlung ist anhand des erhöhten Röntgenkontrasts des Komposits deutlich erkennbar.

nach drei Jahren noch 53 % der kleineren und 72 % der größeren Versorgungen intakt.

■ Fazit

Hinweise auf eine erhöhte Fragmentfestigkeit nach Dentinaushöhlung lassen diese Präparationstechnik aufgrund einer uneingeschränkten Ästhetik als am besten geeignet erscheinen. Die Anwendung der Schmelz- und Dentinadhäsivtechnik mit einem Dreikomponenten-Adhäsivsystem erscheint uneingeschränkt empfehlenswert. Das neben dem Adhäsivsystem verwendete lichthärtende Kompositmaterial sollte mit dem Adhäsivsystem auf Kompatibilität geprüft sein.

Der Erfolg der adhäsiven Fragmentbefestigung konnte in zahlreichen Falldarstellungen belegt werden. Das adhäsive Reattachment erscheint somit als minimalinvasive Soforttherapie empfehlenswert.

■ Danksagung

Für die freundliche Überlassung der Abbildungen 1 bis 4 sowie 8 und 9 zur Illustration des Artikels möchten wir uns bei OÄ Dr. K. Kook bedanken.

■ Literatur

1. Ellis E, Moos KF, El-Attar A. Ten years of mandibular fractures: An analysis of 2137 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:120-129.
2. Baratieri LN, Monteiro S, De Andrada MAC. Tooth fracture reattachment: Case reports. *Quintessence Int* 1990;21:261-270.
3. Öz IA, Haytac MC, Toroglu MS. Multidisciplinary approach to the rehabilitation of a crown-root fracture with original fragment for immediate esthetics: A case report with 4-year follow-up. *Dent Traumatol* 2006;22:48-52.
4. Buonocore MG, Davilla J. Restoration of fractured anterior teeth with ultraviolet-light-polymerized bonding materials: A new technique. *J Am Dent Assoc* 1973;86:1349-1354.
5. Simonsen RJ. Traumatic fracture restoration: An alternative use of the acid etch technique. *Quintessence Int* 1979;10:15-22.
6. Chosack A, Eidelmann E. Rehabilitation of a fractured incisor using the patient's natural crown: Case report. *J Dent Child* 1964;31:19-21.
7. Farik B, Munksgaard EC, Kreiborg S, Andreasen JO. Adhesive bonding of fragmented anterior teeth. *Endod Dent Traumatol* 1998;14:119-123.
8. Worthington RB, Murchison DF, Vandewalle KS. Incisal edge reattachment: The effect of preparation utilization and design. *Quintessence Int* 1999;30:637-643.
9. Demarco FF, Fay RM, Pinzon LM, Powers JM. Fracture resistance of re-attached coronal fragments – influence of different adhesive materials and bevel preparation. *Dent Traumatol* 2004;20:157-163.
10. Loguerico AD, Mengarda J, Amaral R, Kraul A, Reis A. Effect of fractured or sectioned fragments on the fracture strength of different reattachment techniques. *Oper Dent* 2004;3:295-300.
11. Toshihiro K, Rintaro T. Rehydration of crown fragment 1 year after reattachment: a case report. *Dent Traumatol* 2005;21:297-300.
12. Murchison DF, Worthington RB. Incisal edge reattachment: Literature review and treatment perspective. *Comp Cont Educ Dent* 1998;19:731-744.
13. Dean JA, Avery DR, Swartz ML. Attachment of anterior tooth fragments. *Pediatr Dent* 1986;8:139-143.
14. Reis A, Loguerico AD, Kraul A, Matson E. Reattachment of fractured teeth: A review of literature regarding techniques and materials. *Oper Dent* 2004;29-2:226-233.
15. Maia EA, Baratieri LN, De Andrada MA, Monteiro S jr, de Araujo EM jr. Tooth fragment reattachment: Fundamentals of the technique and two case reports. *Quintessence Int* 2003;34:99-107.
16. Hall DA. Restoration of a shattered tooth. *J Am Dent Assoc* 1998;129:105-106.

17. Farik B, Munksgaard EC, Andreasen JO, Kreiborg S. Drying and rewetting anterior crown fragments prior to bonding. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:113-116.
18. Chu FC, Yim TM, Wei SH. Clinical considerations for reattachment of tooth fragments. *Quintessence Int* 2000;31:385-391.
19. Walker M. Fractured-tooth fragment re-attachment. *Gen Dent* 1996;44:434-436.
20. Simonsen RJ. Restoration of a fractured central incisor using original tooth fragment. *J Am Dent Assoc* 1982;105:646-648.
21. Davis MJ, Roth J, Levi M. Marginal integrity of adhesive fracture restorations: Chamfer versus bevel. *Quintessence Int* 1983;14:1135-1146.
22. Andreasen FM, Noren JG, Andreasen JO, Engelhardtson S, Lindh-Stromberg U. Long-term survival of fragment bonding in the treatment of fractured crowns: A multicenter clinical study. *Quintessence Int* 1995;26:669-681.
23. Reis A, Kraul A, Francci C, Assis TRG, Crivelli DD, Oda M, Loguerico AD. Re-attachment of anterior fractured teeth: Fracture strength using different materials. *Oper Dent* 2002;27:621-627.
24. Baratieri LN, Monteiro S jr, de Albuquerque FM, Vieira LC, de Andrada MA, de Melo Filho LC. Reattachment of a tooth fragment with a "new" adhesive system: A case report. *Quintessence Int* 1994;25:91-96.
25. Baratieri LN, Monteiro S jr, Andrada MAC. Esthetics: Direct adhesive restorations on fractured anterior teeth. *Chicago: Quintessence Publ*, 1998:135-205.
26. Osborne JW, Lambert RL. Re-attachment of fractured incisal tooth segment. *Gen Dent* 1985;33:516-517.
27. Martens LC, Beyls HM, deCraene LG, D'Hauwers RF. Reattachment of the original fragment after vertical crown fracture of a permanent central incisor. *J Pedodont* 1988;13:53-62.
28. Munksgaard EC, Højtved L, Jorgensen EH, Andreasen JO, Andreasen FM. Enamel-dentin crown fractures bonded with various bonding agents. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:73-77.
29. De Santis R, Prisco D, Nazhat SN, Riccitiello F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolas L. Mechanical strength of tooth fragment reattachment. *J Biom Mat Res* 2001;55:629-636.
30. Reis A, Francci C, Loguerico AD, Carrilho MR, Rodrigues Filho LE. Re-attachment of anterior fractured teeth: Fracture strength using different techniques. *Oper Dent* 2001;26:287-294.
31. Farik B, Munksgaard EC, Andreasen JO, Kreiborg S. Fractured teeth bonded with dentin adhesives with and without unfilled resin. *Dent Traumatol* 2002;18:66-69.
32. Andreasen JO, Andreasen FM. *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth*. Copenhagen: Munksgaard 1993:216-256.
33. Pagliarini A, Rubini R, Rea M, Campese M. Crown fractures: Effectiveness of current enamel-dentin adhesives in reattachment of fractured fragments. *Quintessence Int* 2000;31:133-136.
34. Badami AA, Dunne SM, Scheer B. An in vitro investigation into the shear bond strengths of two dentine-bonding agents used in the re-attachment of incisal edge fragments. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:129-135.
35. Goracci C, Bertelli E, Ferrari M. Bonding to worn or fractured incisal edges: Shear bond strength of new adhesive systems. *Quintessence Int* 2004;35:21-27.
36. De Munck J, van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-132.
37. Van Meerbeek B, van Landuyt K, de Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mat* 2005;24:1-13.
38. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Geppi S. Influence of micro-brush on efficacy of bonding into root canals. *Am J Dent* 2002;15:227-231.
39. Mjör IA, Shen C, Eliasson ST, Richter S. Placement and replacement of restorations in general dental practice. *Oper Dent* 2002;27:117-123.
40. Dean JA, Minutillo AL, Moore BK. A comparison of a hybrid light-cured glass-ionomer base and liner vs. a light-cured resin tooth fragment attachment. *Pediatr Dent* 1998;20:49-52.
41. Wiegand A, Rödiger T, Attin T. Die Therapie von Kronenfrakturen bei Frontzähnen – Reattachment statt Restauration? *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005;115:1172-1181.
42. Cavalleri G, Zerman N. Traumatic crown fractures in permanent incisors with immature roots: A follow-up-study. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:294-296.
43. Spinaz E. Longevity of composite restorations of traumatically injured teeth. *Am J Dent* 2004;17:407-411.

Reattachment of Crown Fragments After Traumatoma of Anterior Teeth

KEYWORDS *Reattachment, dental trauma, fracture, restoration*

Injuries to the teeth are common traumata in the maxillofacial region. In particular loss of enamel-dentine crown fragments results in esthetic and functional restrictions. If the fragment is correctly stored, immediate adhesive reattachment is possible. Many different techniques and materials have been discussed in case presentations. The use of two- or three-bottle adhesive systems in combination with a flowable composit seems to be beneficial. Furthermore, an internal dentine groove preparation seems to increase fragment adhesion as compared to other preparation techniques. Under ideal conditions including correct indication as well as the use of a surface-enlarging preparation technique, 5-year survival rates of 90% seem possible. The following article presents a short review of the contemporary literature and is a guideline for a successful indication and reattachment of crown fragments.