

# Retrograde Obturation mit MTA-Zement und Super-EBA bei der Wurzel- spitzenresektion

Abdichtungsvermögen von MTA und Super-EBA  
im Farbpenetrationsversuch

Christoph B. Schultz, Patrick Westhauser, Beatrice Nideröst,  
Klaus W. Grätz

Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
und Kieferchirurgie, Universität Zürich

Schlüsselwörter:  
Super-EBA-Zement®, Mineral-Trioxid-Aggregat,  
Farbstoffpenetrationstest, retrograde Schallaufbereitung

Korrespondenzadresse:  
Prof. Dr. Dr. K. W. Grätz  
Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
und Kieferchirurgie  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
der Universität Zürich  
Plattenstrasse 11, CH-8028 Zürich  
Tel. +41 (0)1 634 32 90, Fax + 41 (0)1 634 43 28

In einer In-vitro-Studie wurde die Dichtigkeit retrograder Füllungen mit zwei unterschiedlichen Zementen unter Berücksichtigung der Rissbildung aufgezeigt und die Rissbildung bei retrograder Aufbereitung resezierter Zahnwurzeln mit diamantierten Schallspitzen untersucht. Bei 32 Wurzeln wurden mit diamantierten Schallansätzen retrograde Kavitäten bei einer Gruppe mit Zinkoxideugenolzement (Super-EBA-Zement®) präpariert, bei der anderen mit Mineral-Trioxid-Aggregat (Pro Root MTA®) obturiert. Die Präparate wurden mit einer makroobjektivbestückten Digitalkamera und einem Rasterelektronenmikroskop fotografiert und analysiert. Die Dichtigkeit der Füllungsmaterialien wurde im Farbstoffpenetrationstest ermittelt. Der Penetrations-Grad betrug bei den mit Super-EBA-Zement® gefüllten Proben im Mittel 2,19 mm, bei den Proben mit Pro Root MTA® 0,44 mm. Die retrograde Aufbereitung von resezierten Wurzeln mit diamantierten Schallansätzen stellt eine effiziente, schonende Alternative zu konventionellen Aufbereitungstechniken mit rotierenden Instrumenten dar, der MTA-Zement zeigt hervorragende Abdichtung.

(Texte français voir page 450)

## Einleitung

An der Poliklinik für Orale Chirurgie der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten und Kieferchirurgie der Universität Zürich wird seit 1996 die retrograde Wurzelkavität mit einem Schallgerät präpariert und anschliessend mit Super-EBA-Zement® gefüllt. Das Ziel der vorliegenden In-vitro-Studie war, zu überprüfen, ob die Verwendung von Pro Root MTA® – unter Einbezug

Oben: Probe Nr. 19 unter dem REM nach Füllung mit MTA.  
En haut: Vue au MEB de l'échantillon N° 19 après obturation rétrograde par ProRoot® MTA.

Unten: Probe Nr. 20 im Schnittbild. Die Farbstoffpenetration ist deutlich zu erkennen.  
En bas: Coupe longitudinale de l'échantillon N° 20: pénétration significative du colorant.

einer Kostenanalyse – gegenüber derjenigen von Super-EBA-Zement® zu bevorzugen ist. Hierfür wurden mit Super-EBA-Zement® beziehungsweise mit Pro Root MTA® versorgte Kavitäten sowohl unter dem Rasterelektronenmikroskop (bis zu 27fache Vergrößerung) als auch mithilfe eines Farbstoffpenetrationstests verglichen. Ausserdem wurde die Effizienz der diamantierten Schall-Ansätze von KaVo untersucht, wobei die Rissbildung und deren Einfluss auf die Dichtigkeit der Füllungen berücksichtigt wurden.

Ein unzureichender Verschluss des apikalen Wurzelkanals führt zu persistierenden, periapikalen Entzündungen, da das verbleibende, nicht gefüllte Lumen als Nische für pathogene Keime und deren Toxine dient, die wiederum den entzündlichen Prozess unterhalten (TORABINEJAD et al. 1985). Auch die komplexe Anatomie des apikalen Wurzelkanals mit seinem Delta und den Seitenkanälen sowie die Entstehung einer echten radikulären Zyste können zum endodontischen Misserfolg führen. Die chirurgische Therapie dieses Misserfolgs besteht in der Eröffnung der apikalen Region, Entfernung des pathologischen Gewebes und Resektion der Wurzelspitze um 2–3 mm. Erweist sich die Wurzelfüllung nach Resektion intraoperativ als undicht, ist der Wurzelkanal retrograd zu erweitern und dicht zu verschliessen (SAILER & PAJAROLA 1996).

Die retrograde Kavität soll 3 mm tief, parallel zur Längsachse des Zahnes, das ganze Wurzelkanalsystem umfassend und im Wurzelkanalsystem zentriert präpariert werden (ARENS 1991). Mit rotierenden Instrumenten, die bis Ende der achtziger Jahre zur Verfügung standen, konnten diese Kriterien oft nicht erfüllt werden. Eine häufig zu geringe Aufbereitungstiefe führt zu einer geringeren retrograden Füllungstiefe und damit zu einer schlechteren Prognose (CARR 1994).

Die Aufbereitung mit diamantierten Schallansätzen stellt eine Alternative zur herkömmlichen Aufbereitung mit rotierenden Instrumenten dar. Sie ermöglicht tiefere und präzisere Präparationen bei einem einfacheren Zugang zur apikalen Region (WUCHENICH et al. 1994). Ausserdem sind die Wurzelkanaleingänge von retrograd leichter aufzufinden (CARR 1992; WELLER et al. 1995). Der Dentinabtrag kann jedoch bei unvorsichtiger Handhabung zur Überpräparation oder gar Perforation führen (PETERS et al. 2001). Auch lassen sich bei der Verwendung von diamantierten Schallansätzen deutlich mehr Rissbildungen auf der Resektionsfläche erkennen als bei der Anwendung von rotierenden Instrumenten (SAUNDERS et al. 1994; ABEDI et al. 1995; CALZONETTI et al. 1998; RAINWATER et al. 2000; RICKLI 1997).

Das Wurzelfüllmaterial soll hierbei nach Waechter und Obwegeser (WAECHTER & OBWEGESER 1953) folgende Eigenschaften aufweisen:

- ausreichende Viskosität (um Überfüllungen zu vermeiden und den Wurzelkanal wandständig auszufüllen)

- Klebefähigkeit
- Biokompatibilität

Des Weiteren postulierten Gartner und Dorn (GARTNER & DORN 1992):

- Versiegelung des Wurzelkanalsystems
- Biokompatibilität
- Förderung der Regeneration der periradikulären Gewebe
- feuchtigkeitsunabhängiges Aushärten
- Stabilität
- keine Korrosion und elektrochemische Aktivität
- keine Verfärbung des Zahns und der umliegenden Gewebe
- einfache Verarbeitung
- vom Dentin unterscheidbare Röntgenopazität

Da Amalgam als retrogrades Füllungsmaterial vor allem wegen des Quecksilbergehalts seit einigen Jahren umstritten ist, wurde bereits in den Sechzigerjahren nach einer Alternative geforscht. Verwendete Materialien waren bisher zum Beispiel Zinkoxideugenolzemente (DORN & GARTNER 1990; TROPE et al. 1996), Goldfolien (KOPP & KRESBERG 1973), Polycarboxylatzement (MCLEAN 1971) und Glasionomerzement (CHONG et al. 1995). Von all diesen Materialien erzielte Super-EBA-Zement®, ein Zinkoxideugenolzement, radiologisch, klinisch und histologisch (Gewebeverträglichkeit, einstrahlende Kollagenfasern) die besten Resultate. Auch im Penetrationsversuch hob sich Super-EBA-Zement® von allen anderen Materialien ab (SZEREMETA-BROWER et al. 1985; BELTES et al. 1988; BONDRA et al. 1989; KING et al. 1989).

Ein weiteres Material, das seit einigen Jahren zur Anwendung kommt, ist das Pro Root MTA® (Mineral-Trioxide-Aggregat). Der Hersteller empfiehlt Pro Root MTA® zur Abdichtung von Perforationen, zur Förderung der Apexifikation, zur Pulpaüberkappung und für retrograde Wurzelfüllungen.

Die Arbeitsgruppe von Torabinejad zeigte im Jahre 1993 in einem Penetrationsversuch, dass Pro Root MTA® im Vergleich zu Amalgam und Super-EBA-Zement® ein besseres Abdichtungsvermögen besitzt (TORABINEJAD et al. 1993). Ein weiterer *In-vitro*-Versuch bewies eine Bakterienpenetration 2–57 Tage nach einem retrograden Verschluss mit Amalgam, Super-EBA-Zement® und IRM® (ebenfalls ein Zinkoxideugenolzement). Bei einer Füllung mit Pro Root MTA® war auch nach 90 Tagen keine Penetration nachzuweisen (TORABINEJAD et al. 1995). Eine *In-vivo*-Studie bei Hunden, die die entzündliche Reaktion des periradikulären Gewebes auf MTA im Vergleich zu Amalgam untersucht, zeigte nur geringe periradikuläre Entzündung nach Anwendung von Pro Root MTA® (TORABINEJAD et al. 1995).

Ausserdem wurde die Reaktion des Parodonts auf Pro Root MTA® in einer *In-vivo*-Studie an Affen untersucht. Hierbei konnte histologisch belegt werden, dass eine durchgehende Zementschicht über dem MTA gebildet worden war (TORABINEJAD et al. 1997). Schliesslich zeigte Pro Root MTA® auch die beste marginale Adaptation von allen verwendeten Materialien (TORABINEJAD et al. 1995).

## Material und Methoden

### Vorbereiten der Zähne und Resektion

Es wurden 32 frisch extrahierte, wurzelgefüllte, intakte menschliche Zahnwurzeln (8 Inzisiven, 6 Eckzähne, 11 Prämolaren und 5 Molaren) von 18 Individuen (5 Frauen und 13 Männer, Durchschnittsalter 43,39 Jahre) in 0,9 %igem NaCl gelagert. Zunächst wurden Zahnstein und Debris mit einem Scaler sorgfältig entfernt und – soweit möglich – mehrwurzlige Zähne schonend separiert, wobei jede Wurzel eine Probe ergab. Nach Anfertigung von Röntgenbildern wurden die Zahnlangen gemessen. Anschliessend wurden die Wurzelspitzen mit einem Fissurenbohrer in einem Handstück unter Wasserkühlung reseziert und erneut gemessen. Durch dieses Vorgehen war es möglich, die effektive Länge der Resektion zu berechnen. Schliesslich wurden die Resektionsflächen mit einer Polyvinylsiloxan-Abdruckmasse je zweimal abgeformt und mit einer makroobjektivbestückten Digitalkamera fotografiert.

### Retrograde Kavitätenpräparation

Die Wurzelkanäle wurden mit Retro-Spitzen des Schallsystems von KaVo (KaVo Dental AG, CH-5200 Brugg, KaVo Sonicflex retro) an einer KaVo-Unit unter Kühlung mit steriler 0,9%iger NaCl-Lösung erweitert und ca. 2 mm tief präpariert. Sämtliche

Proben wurden mit Polyvinylsiloxan-Abdruckmasse abgeformt und mit der Digitalkamera fotografiert.

### Retrograde Füllung mit Pro Root MTA® und Super-EBA-Zement®

Von den 32 Proben wurden 16 Proben mit Super-EBA-Zement® (Stailine Super-EBA-Zement, regular Set, Staident international, GB-TW18-4XQ, Staines Middlesex, GB) und 16 mit Pro Root MTA® (Dentsply Pro Root MTA Maillefer Instruments SA, CH-1338 Ballaigues) retrograd gefüllt.

Bei Pro Root MTA® handelt es sich um ein aus feinen, hydrophilen Partikeln bestehendes Pulver, das in Anwesenheit von Wasser abbindet. Bei der Hydratisierung entsteht ein kolloidales Gel. Dieses verfestigt sich und bildet eine feste, undurchlässige Barriere. MTA (Mineral-Trioxide Aggregate) besteht zu 75% aus Portland-Zement, zu 20% aus Bismuthoxid und zu 5% aus Gips.

Anschliessend wurde das Pulver mit dem mitgelieferten MTA-H<sub>2</sub>O zu einer homogenen Masse gemischt. Die Resektionsfläche und die Kavität wurden mit sterilen Wattepellets gereinigt und getrocknet, das angemischte MTA mit einem feinen Spatel eingebracht und mit einem feinen Stopfer kondensiert, bis die Masse begann sich zu verfestigen. Anschliessend konnten Überschüsse mit einem sterilen Wattepellet oder feuchten Zellstofftupfern entfernt werden. Die primäre Abbindung schien nach etwa fünf Minuten abgeschlossen zu sein. Allerdings gibt der Hersteller zur vollständigen Durchhärtung mindestens vier Stunden an. Schliesslich wurden die Proben erneut mit der Polyvinylsiloxan-Abdruckmasse abgeformt und mit der Digitalkamera fotografiert.

### Replika-Herstellung

Nach einer Wartezeit von mindestens 24 Stunden wurde unter dem Binokular die bessere der zwei Abformungen, die jeweils nach Resektion, retrograder Präparation und Füllung gemacht wurden, ausgewählt, mit absolutem Alkohol entfettet, in ein kondensationsvernetzendes Silikon eingebettet und mit Epoxidharz ausgegossen. Hierbei wurde das Harz zunächst in einem Vakuumbehälter evakuiert, um blasenfreie Replika zu erhalten. Anschliessend wurden die Proben bei Raumtemperatur für mindestens acht Stunden bei möglichst geringer Staubkontamination bis zur vollständigen Aushärtung liegen gelassen. Danach wurden die Replika mit einem Acrykleber auf einen REM-Träger geklebt und im Sputter mit einer ca. 10 nm dicken Goldschicht bedampft.

### Analyse im Rasterelektronenmikroskop (REM)

Die Proben wurden im REM analysiert, um den Rissbildungsgrad an den Resektionsflächen zu bestimmen. Die Beschleunigungsspannung betrug 15,0 kV. Der Vergrösserungsfaktor schwankte zwischen 14,8 und 200. Es wurde jede Probe auf Risse untersucht und fotografiert (Illford FP 4 plus 125®). Anschliessend wurden die Resektionsflächen nach Resektion und retrograder Präparation sowohl im REM als auch anhand der Digitalbilder auf Risse (Rissbildungsgrade s. Tab. I) untersucht.

### Farbstoffpenetrationstest

Zuletzt wurde zur Ermittlung der Dichtigkeit der retrograden Füllung bei jeder Probe ein Farbstoffpenetrationstest durchgeführt, wobei die gesamte Wurzeloberfläche, mit Ausnahme eines ca. 1 mm breiten Randes und der Resektionsfläche, mit einem konfektionierten Nagellack abgedeckt wurde. Nachdem die Proben 20 Stunden in einem Immersionsbad lagen, wurden sie mit einer Diamantscheibe unter Kerosinkühlung senkrecht zur

Tab. I Definition der Rissbildungsgrade

Anfangs-befund	Präparations-befund	Rissbildungs-grad	Definition
-	-	0	Anfangs- und Präparationsbefunde ohne Risse
-	+	1	Anfangsbefund ohne Risse. Rissbildung nach Präparation
+	+	2	Präparationsbefund mit identischen Rissen
+	++	3	Anfangsbefund mit Riss Nach Präparation mehr und/oder grössere Risse

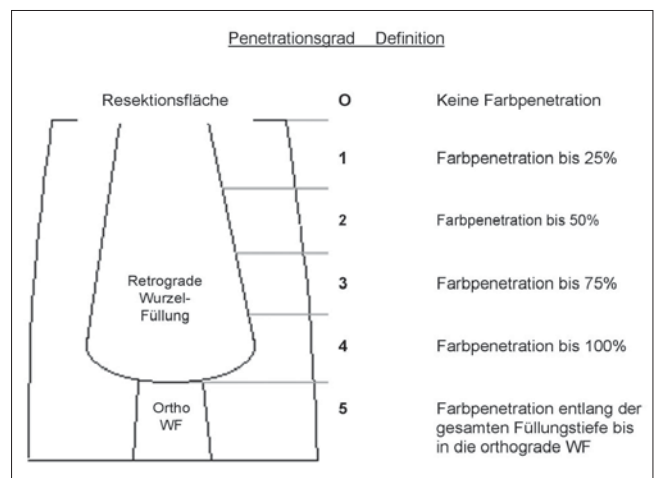


Abb. 1 Definition der Farbstoffpenetrationsgrade

Resektionsfläche entlang der Wurzelfüllung aufgesägt, unter einem kamerabestückten Lichtmikroskop untersucht, und der Penetrationsgrad wurde eruiert (Abb. 1).

## Resultate

### Resektionsdaten

In der vorliegenden Studie trat elf Mal der Rissbildungsgrad 0 (s. Tab. I), elf Mal Rissbildungsgrad 1 und zehn Mal Rissbildungsgrad 3 auf. Der Rissbildungs-Grad 2 manifestierte sich hingegen nie. Der Mittelwert betrug 1,28 (Grafik I).

### Farbstoffpenetration

In der Gruppe mit Pro Root MTA® lag der Mittelwert bei 0,44 mm.

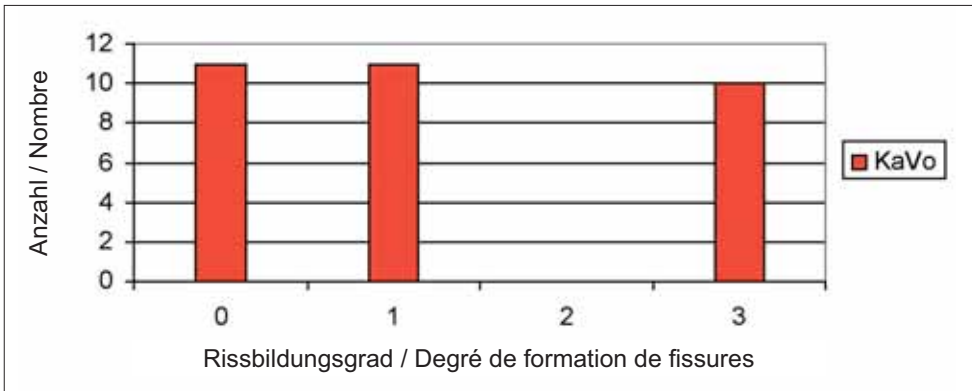
Das Maximum lag bei Grad 5 (>1,9 mm = Penetration über die orthograde Wurzelfüllung hinaus; Abb. 2), wobei diese Probe bereits nach Extraktion und /oder Resektion grosse Risse aufwies (Abb. 3 und 4).

Das Minimum lag bei Grad 0. Bei 88% der Proben konnte keinerlei Penetration festgestellt werden (Abb. 5 und 6).

In der Gruppe mit Super-EBA-Zement® lag der Mittelwert bei 2,19 mm. Das Maximum lag ebenfalls bei Grad 5 (>1,7 mm). Keine der Proben war absolut dicht, sodass Grad null nie erreicht wurde. Es war immer eine Penetration erkennbar.

Penetrationsgrad 4 tauchte in keiner der beiden Gruppen auf (Grafik II und III).





Grafik I: Häufigkeitsverteilung des Rissbildungsgrades nach Präparation

Graphique I: Répartition de la prévalence des différents degrés de formation de fissures après préparation

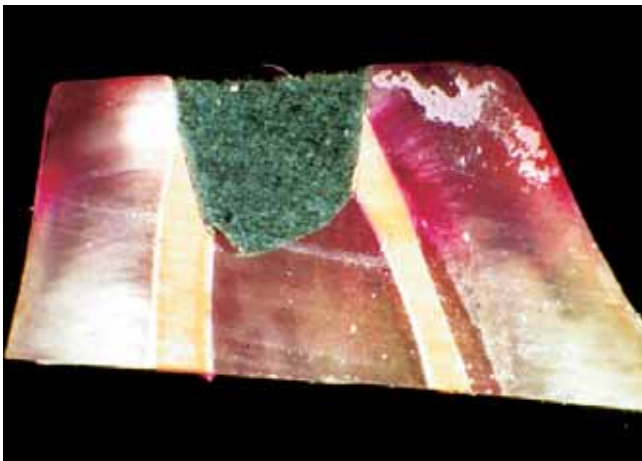


Abb.2 Probe Nr. 20 im Schnittbild. Die Farbstoffpenetration ist deutlich zu erkennen.

Fig.2 Coupe longitudinale de l'échantillon N° 20: pénétration significative du colorant.

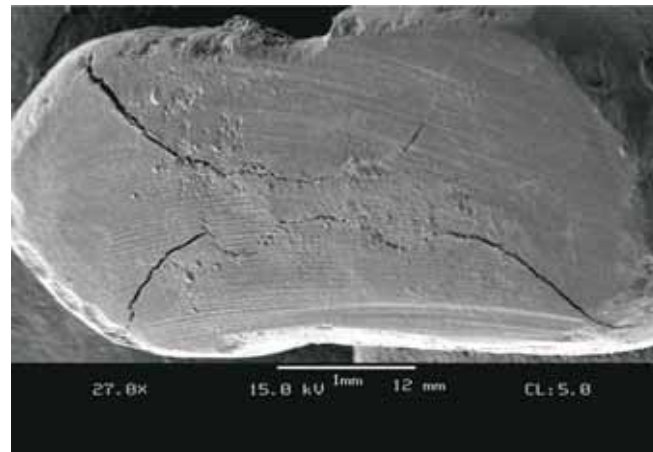


Abb.3 Probe Nr. 20 nach Resektion unter dem REM. Vier grosse Risse sind deutlich zu erkennen. Rissbildungsgrad 5.

Fig.3 Vue au MEB de l'échantillon N° 20 après résection. Présence de quatre fissures importantes. Degré de formation de fissures = 5.

### Verknüpfung Farbpenetration und Rissbildung (Tab. II und III)

### Diskussion

#### Retrograde Füllung mit Pro Root MTA® und Super-EBA-Zement®

In der vorliegenden Studie wird das Abdichtungsvermögen von Pro Root MTA® mit demjenigen von Super-EBA-Zement® verglichen und der Einfluss der Risse auf die Dichtigkeit der retrograden Wurzelfüllung erläutert.

Beide untersuchten Füllungsmaterialien erfüllen den Zweck, den Wurzelkanal dicht zu verschliessen und somit eine Reinfektion des periradikulären Gewebes zu verhindern. Die überwiegende Anzahl der Pro-Root-MTA®-Füllungen war im Penetrationsversuch absolut dicht.

Das Abdichtungsvermögen von Pro Root MTA® war analog den Studien von Torabinejad (TORABINEJAD et al. 1993, 1995 und 1997) dem von Super-EBA-Zement® klar überlegen. 88% der Proben zeigten keine Penetration. Das Pro Root MTA® war in der Lage, auch bestehende Risse dicht zu verschliessen. Es gab keine Korrelation zwischen Rissbildungsgrad und Farbpenetration. Hingegen scheinen die Füllungstechnik und das Füllungsmaterial einen Einfluss zu haben. Bei 14 von 16 Proben war die Präparationstiefe sogar deutlich geringer als die von Carr empfohlenen 3 mm (CARR 1994). Trotzdem war mit Pro Root MTA® keine Penetration erkennbar.

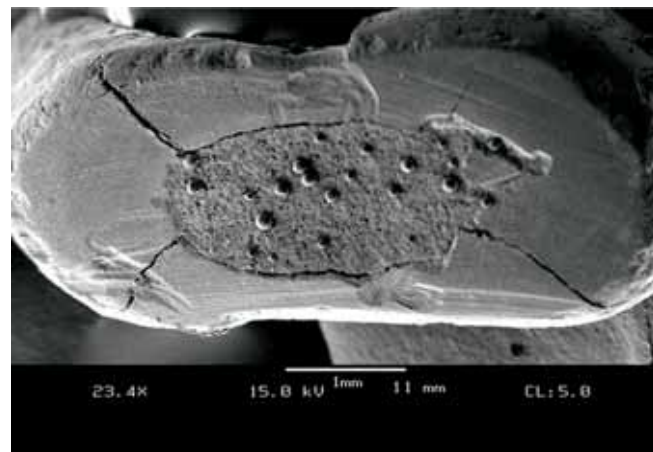


Abb.4 Probe Nr. 20 nach retrograder Wurzelfüllung mit Pro Root MTA. Die vier Risse sind durch die Aufbereitung grösser geworden. Die Füllung zeigt in diesem Fall keine gute marginale Adaptation. Die starke Farbstoffpenetration bis über die anterograde Wurzelfüllung hinaus war zu erwarten.

Fig.4 Vue au MEB de l'échantillon N° 20 après obturation rétrograde par ProRoot® MTA. Les quatre fissures se sont élargies en raison de l'instrumentation. Dans ce cas, l'adaptation marginale de l'obturation est insatisfaisante. Il fallait dès lors s'attendre à une pénétration importante du colorant au-delà de l'obturation orthograde.

Allerdings stellt die Verarbeitungsfähigkeit von Pro Root MTA®, aufgrund der nichtplastischen Eigenschaft des Zementes, *in vivo*,

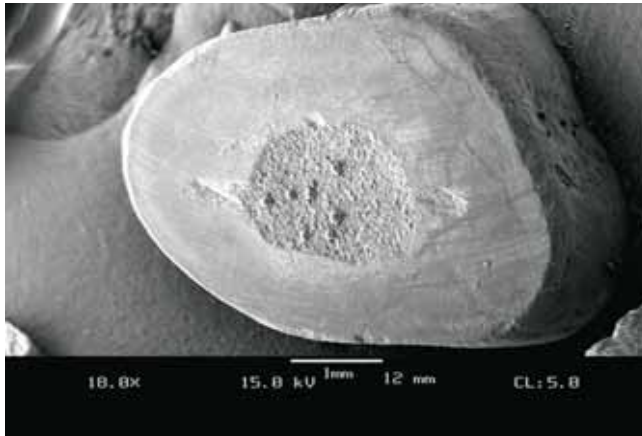


Abb. 5 Probe Nr. 19 unter dem REM nach Füllung mit MTA.

Fig. 5 Vue au MEB de l'échantillon N° 19 après obturation rétrograde par ProRoot® MTA.

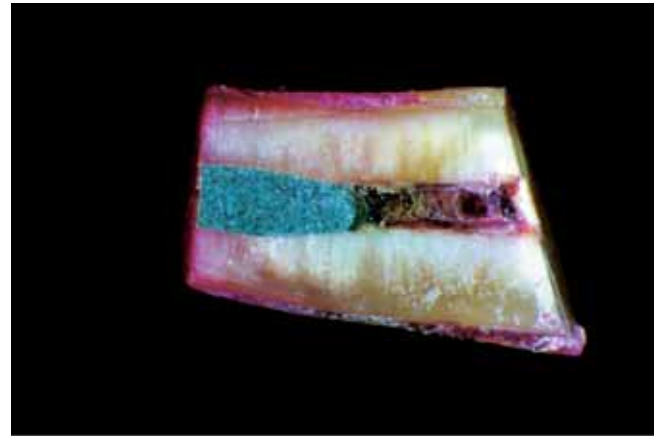


Abb. 6 Probe Nr. 19 im Schnittbild. Keine Penetration.

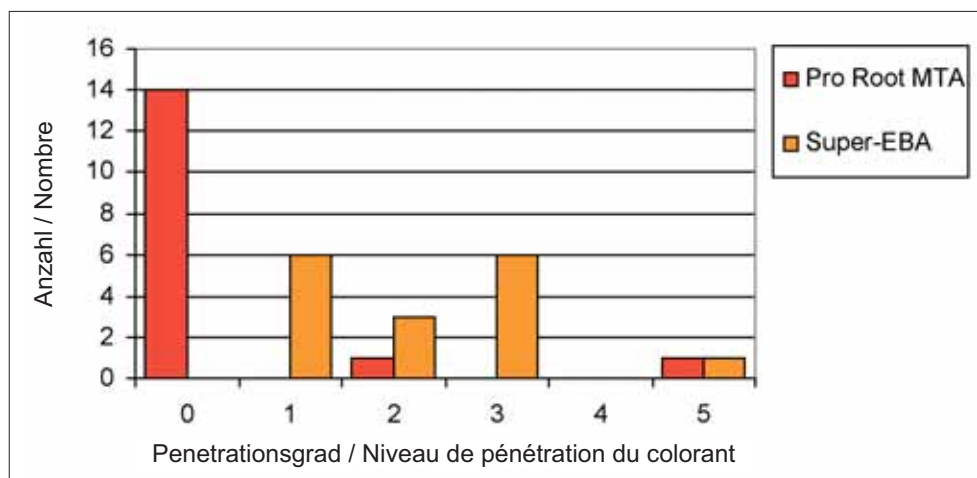
Fig. 6 Coupe longitudinale de l'échantillon N° 19: aucune pénétration du colorant.

Tab. II Füllungstiefe, Rissbildungsgrad, Farbpenetration in mm und Farbstoffpenetration Gruppe Pro Root MTA.

Probe	Füllungstiefe mm	Rissbildungsgrad	Farbpenetration mm	Penetrationsgrad
7	2,12	0	0	0
8	3,39	1	0	0
9	2,31	0	0	0
10	2,86	0	0	0
11	2,91	0	0	0
12	3,58	3	0	0
13	1,41	1	0	0
14	2,98	1	0	0
15	2,33	3	0	0
16	1,33	3	0,5	2
17	1,72	1	0	0
18	1,71	0	0	0
19	2,85	0	0	0
20	1,9	3	>1,9	5
21	2,15	0	0	0
22	2,1	1	0	0

Tab. III Füllungstiefe, Rissbildungsgrad, Farbpenetration in mm und Farbstoffpenetration Gruppe Super-EBA-Zement.

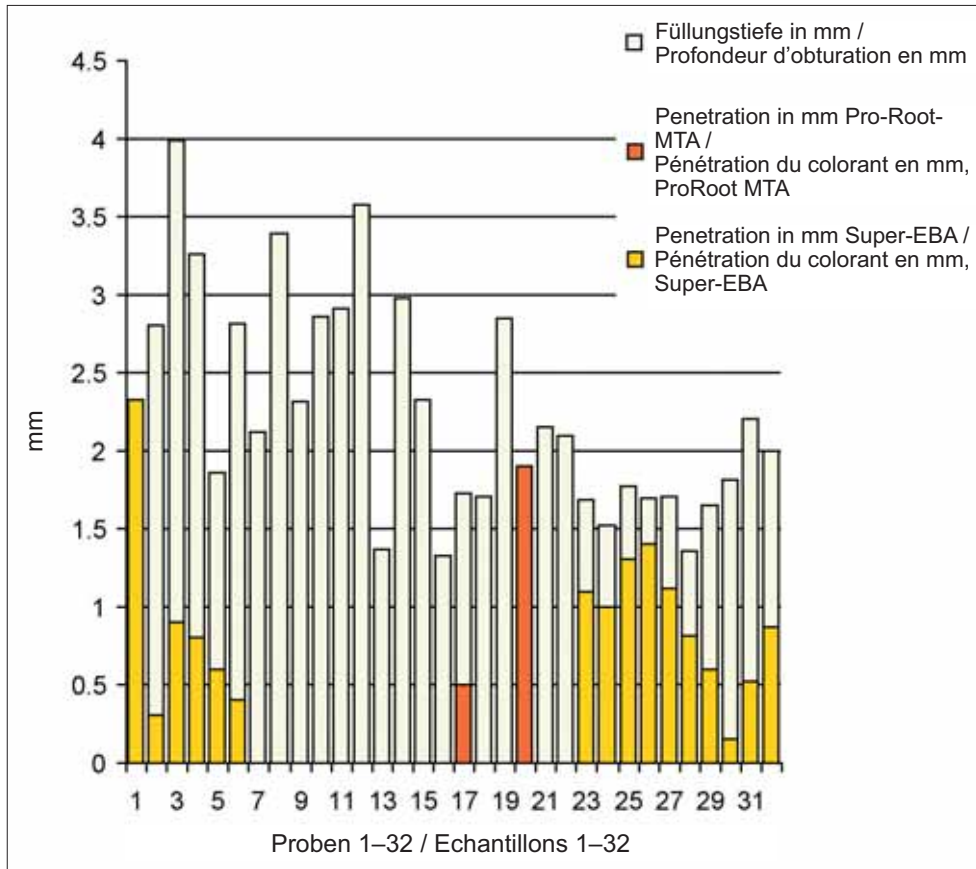
Probe	Füllungstiefe mm	Rissbildungsgrad	Farbpenetration mm	Penetrationsgrad
1	2,33	1	>2,33	5
2	2,8	1	0,3	1
3	3,99	3	0,9	1
4	3,26	1	0,8	1
5	2,49	3	0,6	2
6	2,82	3	0,4	1
23	1,69	1	1,1	3
24	1,52	0	1	3
25	1,77	1	1,3	3
26	1,71	3	1,4	3
27	1,71	0	1,12	3
28	1,36	0	0,82	3
29	1,65	0	0,6	2
30	1,81	3	0,15	1
31	2,21	3	0,52	1
32	2,02	1	0,87	2



Grafik II: Farbstoffpenetration  
Graphique II: Pénétration du colorant

einen negativen Aspekt dar. Unter Berücksichtigung der guten Resultate bei der Anwendung von Pro Root MTA® *in vivo* sind die gegenüber dem Super-EBA-Zement® höheren Kosten akzeptabel.

Die Kosten von Pro Root MTA® sind ca. fünf Mal höher als jene von Super-EBA®, wobei eine Packung Pro Root MTA® nur für fünf Anwendungen reicht, eine Packung Super-EBA® dagegen für ca. 100.



Grafik III: Verhältnis Füllungstiefe/ Farbstoffpenetration in mm

Graphique III: Corrélation entre la profondeur des obturations et la pénétration du colorant, en mm

## Rissbildung

Die diamantierten Schallansätze erzeugten saubere und präzise retrograde Kavitäten. Das Wurzelentin liess sich ohne Druck lateral einfach abtragen, sodass Überpräparationen und Perforationen vermieden werden konnten. Allerdings beanspruchte der vertikale Abtrag entlang des Wurzelkanals mehr Zeit. Trotz der Tatsache, dass die Proben ohne Druck aufbereitet und zur Vermeidung eines etwaigen Austrocknens immer in 0,9%igem NaCl gelagert wurden, waren einige Rissbildungen erkennbar. Hierbei kam Grad 0 zu 34,4%, Grad 1 zu 34,4% und Grad 3 zu 31,2% vor. Als mögliche Ursachen für Risse werden in der Literatur zum einen Artefakte (MELHAFF et al. 1997), zum anderen Dehydration (LAYTON et al. 1996) sowie Extraktionsstress, Spannung bei lateraler Kondensation und falsche Lagerung, zum Beispiel in Formalin (ABEDI et al. 1995), diskutiert.

Die Resultate zeigen, dass Risse, die bereits nach Resektion zu erkennen waren, nach retrograder Aufbereitung grösser waren und vermehrt auftraten (wie bereits bei früheren Untersuchungen festgestellt (RICKLI 1997)).

## Schlussfolgerungen

Das Abdichtungsvermögen von Pro Root MTA® ist demjenigen von Super-EBA-Zement® überlegen. Die Kosten von Pro Root MTA® sind ca. fünf Mal so hoch wie die Kosten von Super-EBA-Zement®, wobei eine Packung Pro Root MTA® für lediglich fünf Anwendungen, eine Packung Super-EBA-Zement® für ca. 100 Anwendungen ausreicht.

Der laterale Dentinabtrag unter Verwendung von diamantierten Ultraschallansätzen ist sehr effizient.

Weder bei Pro Root MTA® als auch bei Super-EBA-Zement® konnte kein Zusammenhang zwischen Rissbildung und Farbpenetrationsgrad beobachtet werden.

## Abstract

The present *in vitro* study investigated the sealing of retrograde fillings compounded of two different cements in consideration of cracking after root-end preparation of resected dental roots using diamond-coated ultrasonic retrotips. Root-end cavities were prepared in 32 resected roots using diamond-coated ultrasonic retrotips. The samples were divided into two groups. The first group was filled using zinc-oxide cement (Super-EBA-Cement®), the second with mineral-trioxide-aggregate (Pro Root MTA®). After resection, root-end preparation and retrograde filling, the samples were analysed using macro-zoom photography and scanning electron microscopy.

The sealing quality of the filling materials was detected through dye penetration test. The average degree of penetration of the samples filled with Super-EBA-Cement® was 2.19 and of the samples filled with Pro Root MTA® 0.44 respectively. Accordingly the sealing of Pro Root MTA® *in vitro* is superior to the sealing of Super-EBA-Cement®. Retrograde conditioning of resected roots with ultrasonic retrotips represents an efficient and sparing alternative to conventional root-end preparation techniques.

## Literatur

ABEDI H, VAN MIERLO B L, WILDER-SMITH P, TORABINEJAD M: Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. Oral Surgery Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 80: 207-213 (1995)

- ARENS D: Surgical endodontics. In: Cohen S, Burns RC (Eds): Pathways of pulp. 5<sup>th</sup> ed. Mosby, St Louis, pp 594–596 (1991)
- BELTES P, ZERVAS P, LAMBRIANIDIS T, MOLYVDAS I: In vitro study of the sealing ability of four retrograde filling materials. *Endod Dent Traumatol* 4: 82–84 (1988)
- BONDRA D L, HARTWELL G R, MACPHERSON M G, PORTELL F R: Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J Endod* 15: 157–160 (1989)
- CALZONETTI K, IVANOWSKI T, KOMOROWSKI R, FRIEDMANN S: Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. *Oral Surgery Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85: 210–215 (1998)
- CARR G: Advanced techniques and visual enhancement for endodontic surgery. *Endod Rep* 7: 6–9 (1992)
- CARR G: Surgical endodontics. In: Cohen S, Burns R (Eds): Pathways of the Pulp. 4<sup>th</sup> ed. St. Louis, Mosby, pp 546–552 (1994)
- CHONG B S, PITT FORD T R, WATSON T F, WILSON R F: Sealing ability of potential retrograde root filling materials. *Endod Dent Traumatol* 11: 264–269 (1995)
- DORN S O, GARTNER A H: Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA and IRM. *J Endod* 16: 391–93 (1990)
- GARTNER A H, DORN S O: Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North Am* 36: 357–378 (1992)
- KING K T, ANDERSON R W, PASHLEY D H, PANTERA E A Jr: Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings (abstract). *J Endod* 15: 177 (1989)
- KOPP W K, KRESBERG H: Apicoectomy with retrograde gold foil: a new technique. *NY Dent J* 39: 8–11 (1973)
- LAYTON C A, MARSHALL J A, MORGAN L A, BAUMGARTNER J C: Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *J Endod* 22: 157–60 (1996)
- MCLEAN J W: A five year case history of polycarboxylate cement root filling. *J Br Endod Soc* 5: 20 (1971)
- MEHLHAFF D S, MARSHALL J G, BAUMGARTNER J C: Comparison of ultrasonic and high-speed-burr root-end preparations using bilaterally matched teeth. *J Endod* 23: 448–452 (1997)
- PETERS C L, PETERS O A, BARBAKOW F: An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. *Int Endod J* 34: 142–148 (2001)
- RICKLI SAE: In-vitro-Untersuchungen über die Auswirkung der Präparation mit Ultraschall auf die Zahnhartsubstanz und das Abdichtungsvermögen von ZnO-Zement im Farbstoffpenetrationsversuch bei der Wurzelspitzenresektion. Zürich, Med Diss (1997)
- RAINWATER A, JEANSONNE B G, SARKAR N: Effects of ultrasonic root-end preparation on microcrack formation and leakage. *Endod* 26: 72–75 (2000)
- SAILER H F, PAJAROLA G F: *Orale Chirurgie. Farbatlant der Zahnmedizin*, Bd. 11, Thieme, Stuttgart, pp 160 (1996)
- SAUNDERS W P, SAUNDERS E M, GUTMANN J L: Ultrasonic root-end preparation. Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. *Int Endod J* 27: 325–329 (1994)
- SZEREMETA-BROWAR T L, VANCURA J E, ZAKI A E: A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques. An autoradiographic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 59: 82–87 (1985)
- TORABINEJAD M, EBY W C, NAIDORF I J: Inflammatory and immunological aspects of the pathogenesis of human periapical lesions. *J Endod* 11: 479–488 (1985)
- TORABINEJAD M, HONG C U, LEE S J, MONSEF M, PITT FORD T R: Investigation of mineral trioxid aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod* 21: 603–608 (1995)
- TORABINEJAD M, PITT FORD T R, MCKENDRY D J, ABEDI H R, MILLER D A, KARIYAWSAM S P: Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. *J Endod* 23: 225–228 (1997)
- TORABINEJAD M, RASTEGAR A F, KETTERING J D, PITT FORD T R: Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 21: 109–112 (1995)
- TORABINEJAD M, SMITH P W, KETTERING J D, PITT FORD T R: Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 21: 295–299 (1995)
- TORABINEJAD M, WATSON T F, PITT FORD T R: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 19: 591–595 (1993)
- TROPE M, LOST C, SCHMITZ H J, FRIEDMANN S: Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 81: 221–228 (1996)
- WAECHTER R, OBWEGESER H: Über die ersten klinischen Erfahrungen mit dem Wurzelfüllungsmittel Diaket. *Zahnärztliche Welt* 8: 442–445 (1953)
- WELLER R N, NIEMCZYK S, KIM S: Incidence and position of the canal isthmus Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *J Endod* 21: 380–383 (1995)
- WUCHENICH G, MEADOWS D, TORABINEJAD M: A comparison between root-end preparation techniques in human cadavers. *J Endod* 20: 279–282 (1994)