

Indikationsbereiche von MTA, eine Übersicht

Teil 2: Klinische Anwendung

Kathrin Schönenberger Göhring^{1,2}, Birgit Lehnert¹
und Matthias Zehnder¹

¹ Station für Endodontie, Klinik für Präventivzahnmedizin,
Parodontologie und Kariologie, Zahnmedizinisches Zentrum
der Universität Zürich

² Praxis für Endodontologie, Färberstrasse 35, 8008 Zürich

Schlüsselwörter: Pulpaüberkappung, apikaler Verschluss,
Perforationsverschluss, Retrofüllung

Korrespondenzadresse
Dr. Kathrin Schönenberger Göhring
Praxis für Endodontologie
Färberstrasse 35, CH-8008 Zürich
E-Mail: kathrin.schoenenberger@zmk.unizh.ch

(Texte français voir page 231)

Einleitung

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde auf materialtechnische und biologische Eigenschaften von Mineral Trioxid Aggregat (MTA)

eingegangen. Im vorliegenden zweiten Teil soll nun die klinische Verwendung von MTA vorgestellt und anhand einiger Fallbeispiele erläutert werden. Aufgrund seiner exzellenten Biokompatibilität, seiner Dichtigkeit und seiner Eigenschaft, Hartgewebsbildung zu induzieren, eignet sich MTA zur direkten Pulpaüberkappung, zum Verschluss offener Apices und Perforationen sowie als Retrofüllungsmaterial.

Vorbemerkungen zum Gebrauch von MTA

MTA ist ein Pulver aus hydrophilen Partikeln, das im Handel unter dem Namen ProRoot® MTA Dental Cement (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, CH) in Sachets zu 1 Gramm angeboten wird. Gemäss Herstellerangaben soll das Pulver mit sterilem destilliertem Wasser in einem Gewichtsverhältnis von 3:1 angemischt werden. Dieses Verhältnis entspricht einem ganzen Sachet und einer Ampulle des mitgelieferten sterilen destillierten Wassers.

Abhängig vom Applikationsmodus resp. der Applikationsstelle empfiehlt es sich, dem MTA mehr oder weniger Wasser beizufügen. Da MTA unter Wasseraufnahme abbindet, muss darauf geachtet werden, dass es erst unmittelbar vor Gebrauch angemischt wird. Wenn das Gemisch vor Applikation durch Verdunsten des Wassers leicht austrocknet, kann es wieder mit etwas sterilem, destilliertem Wasser angefeuchtet werden. Frisch an-

Oben: a) Patientin, 17 Jahre alt. Status nach Unfall mit Frontzahntraumata mit 8 Jahren. Zahn 21 zeigte eine insuffiziente Wurzelkanalfüllung und eine periapikale Läsion. b) Nach Entfernung der Wurzelkanalfüllung und Medikation des Wurzelkanals mit einer Kalziumhydroxideinlage während 3 Wochen wurde der weit offene Apex mit MTA verschlossen.

En haut: a) Patiente âgée de 17 ans. Status après un accident ayant provoqué des lésions traumatiques au niveau des dents antéro-supérieures à l'âge de 8 ans. La 21 présentait une obturation radiculaire insuffisante et une lésion péri-apicale. b) Après la révision du canal et l'élimination de l'ancienne obturation canalaire, suivie du pansement médicamenteux du canal par de l'hydroxyde de calcium durant 3 semaines, l'apex largement ouvert a été obturé par du MTA.

Unten: a) Zahn 21. Abschluss der Obturation mit Obtura-II-System. b) Recall nach 7 Monaten. Vollständige Heilung der periapikalen Läsion.

En bas: a) Radiographie de contrôle après l'obturation du canal à l'aide du système Obtura II. b) Radiographie de contrôle 7 mois après l'obturation endodontique définitive. La lésion péri-apicale est complètement guérie.

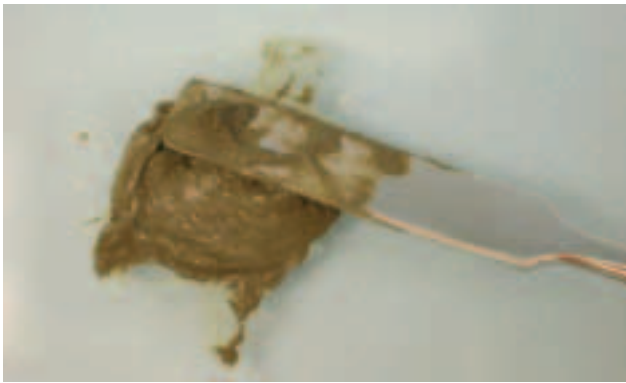


Abb. 1 Frisch angemischtes graues MTA.

Fig. 1 MTA de couleur gris, fraîchement mélangé.



Abb. 2 «Messing Gun» zur Applikation von MTA.

Fig. 2 «Messing Gun» ou seringue «Endo» D^r Messing pour l'application du MTA.

gemischtes graues und weisses MTA verhält sich wie sehr feinkörniger, nasser Sand (Abb. 1). Diese Materialeigenschaft ist nicht einfach im Handling und ist anfänglich gewöhnungsbedürftig. Zur Applikation werden Spatel oder spezielle Instrumente verwendet, wie beispielsweise eine «Messing Gun» (Produits dentaires SA, Vevey, CH, Abb. 2).

Die Applikationsstelle muss nicht ganz trocken sein, da MTA unter Wasseraufnahme abbindet. Überschüssige Flüssigkeit sollte jedoch vorher mit einer Papierspitze, einer Gaze oder einem Schwämmchen entfernt werden. Falls die Applikation fehlerhaft war, kann MTA in den ersten paar Minuten mit genügend Wasser ausgewaschen und entfernt werden.

Im Folgenden soll auf spezifische klinische Anwendungen von MTA eingegangen werden.

Anwendungsbereiche von MTA

Vitalerhaltung der Pulpa

Ziel einer Pulpaüberkappung ist die Regeneration des Pulpa-Dentin-Komplexes, d.h. die Heilung der exponierten Pulpa und die Ausbildung von Reparationsdentin. In der jüngeren Literatur wird empfohlen, direkte Pulpaüberkappungen mit Kompositmaterialien und Total-Bonding-Technik durchzuführen. Solche Empfehlungen beruhen vor allem auf Fallberichten und «klinischer Erfahrung». Kontrollierte Studien zeigen, dass Kalziumhydroxid klar bessere Resultate liefert als direkt applizierte Adhäsivsysteme (DE SOUZA COSTA et al. 2001; PAMEIJER & STANLEY 1998). Ein möglicher Nachteil von Kalziumhydroxidpräparaten ist, dass sie eine lokale Entzündung verursachen, die nur im Idealfall von einer lokal begrenzten Koagulationsnekrose gefolgt wird, gegen

die sich neues Hartgewebe bildet. Ist die Pulpa aber bereits stark entzündet, hat Kalziumhydroxid nur eine entzündungsfördernde Wirkung, ohne eine Dentinbrückenbildung zu induzieren (TRONSTAD & MJÖR 1972). In einer klassischen Studie bezüglich der Behandlung eröffneter Pulpen bei jugendlichen Patienten wurden deshalb ca. 2 mm entzündetes Pulpagewebe unterhalb der Kariesexkavation entfernt (partielle Pulpotomie), bevor Kalziumhydroxid auf die Pulpawunde appliziert wurde (MEJARE & CVEK 1993). Mit partieller Pulpotomie konnte bei symptomfreien Zähnen eine Vierjahreserfolgsrate von über 90% erzielt werden. Da partielle Pulpotomien aber klinisch eher schwierig durchzuführen sind, werden Alternativen zu Kalziumhydroxidpräparaten gesucht. Interessanterweise induziert MTA im Tiermodell Dentinbrücken über exponierten Pulpen in viel stärkerer Masse als Kalziumhydroxid. Im Gegensatz zu Pulpaüberkappungen mit Kalziumhydroxid konnte bei Pulpaüberkappungen mit MTA in 100% der Fälle nach 5 bzw. 6 Monaten eine Dentinbrücke gefunden werden (FARACO & HOLLAND 2001; PITT FORD et al. 1996). Die Dentinogenese durch MTA könnte wegen dessen Abdichtungsvermögen, Biokompatibilität, temporär erhöhten pH-Werts oder durch eine Kombination dieser Eigenschaften hervorgerufen werden (MITCHELL et al. 1999; NAKATA et al. 1998; PITT FORD et al. 1995; SCHWARTZ et al. 1999; TORABINEJAD et al. 1995c). Histologische Untersuchungen 6 Monate nach partieller Pulpotomie bei zwei menschlichen Prämolaren zeigten unter dem MTA eine durchgehende Dentinbrücke (KOH et al. 2001).

Ob bei Pulpaüberkappungen mit MTA das Material direkt auf die exponierte Stelle gegeben werden kann oder ob man wie bei Kalziumhydroxid noch immer partiell pulpotomieren sollte, ist noch nicht geklärt. Bis dahin empfehlen wir bei kariesbedingten Expositionen der Pulpa weiterhin, ca. 2 mm Pulpagewebe unter der exponierten Stelle zu entfernen.

Klinisches Vorgehen

Partielle Pulpotomien sollten nur an jüngeren Patienten und am symptomfreien Zahn durchgeführt werden (MEJARE & CVEK 1993). Nach Anästhesie und Applikation des Kofferdams sollen das Dentin und die Pulpawunde bei Pulpaüberkappungen und Pulpotomien zur Desinfektion mit einer verdünnten Natriumhypochlorit-Lösung (NaOCl) gespült werden. Eine 0,25- bis 0,5%-NaOCl-Lösung ist nicht sehr kaustisch, desinfiziert Dentin gut und kann einfach durch Verdünnen einer konzentrierteren Ausgangslösung mit steriler Kochsalzlösung hergestellt werden (ZEHNDER et al. 2002b). Nach der Kariesexkavation sollen mit einem sterilen Rosenbohrer und/oder einem Exkavator die koronalsten 2 mm der exponierten Pulpa entfernt werden. Blutungen aus der Pulpa können durch Anpressen eines mit 0,25 bis 0,5% NaOCl getränkten Wattepellets gestillt werden. MTA-Puder wird mit destilliertem, sterilem Wasser angemischt, mit einem Doppelendspatel in die Zugangskavität gebracht und mit einem Planstopfer auf die offene Pulpastelle adaptiert. Wir empfehlen eine Schichtstärke von etwa 3 mm. Ein feuchtes Wattepellet wird auf dem MTA belassen, und die Zugangskavität wird mit einem dichten Provisorium verschlossen. Nach Aushärten des MTAs kann das Provisorium entfernt, die Konsistenz des MTA-Verschlusses überprüft und die definitive Füllung gelegt werden. Eine Kontrolle mit Überprüfung der Vitalität sowie eine radiologische Kontrolle sollten zunächst alle 3 bis 6 Monate durchgeführt werden (Abb. 3, 4 und 5).

Apikaler Verschluss

Bei bleibenden Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum kann eine Schädigung des Zahnes durch einen Unfall oder



Abb.3 Patient, 32 Jahre alt, präsentierte sich mit multiplen kariösen Läsionen. Bei der Kariesexkavation am Zahn 16 kam es an zwei Stellen zu punktförmigen Pulpaeröffnungen. Es wurde eine partielle Pulpotomie durchgeführt, und die freiliegenden Pulpastellen wurden mit MTA abgedeckt. Nach 3 Stunden wurden die definitiven Kompositfüllungen gelegt.

Fig.3 Un patient âgé de 32 ans s'est présenté avec des lésions carieuses multiples. L'excavation de la carie au niveau de la 16 a entraîné deux expositions pulpaires ponctiformes. Une pulpotomie partielle a été effectuée et les sites pulpaires mis à nu ont été coiffés par du MTA. Trois heures plus tard, les obturations définitives en composites ont été réalisées.

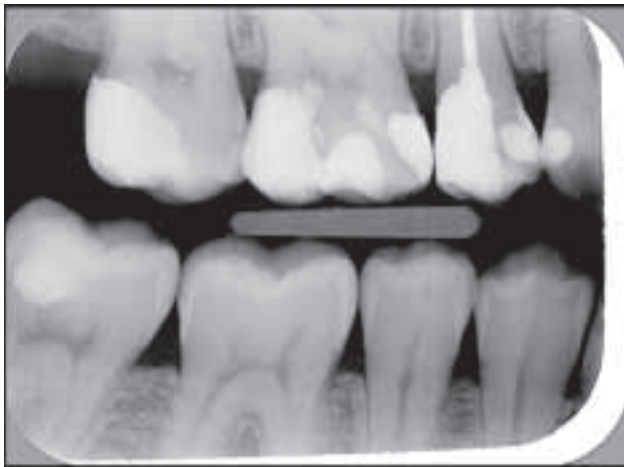


Abb.4 Zahn 16. Nachkontrolle nach 7 Monaten. Der Zahn ist klinisch symptomlos, CO₂ positiv und zeigt keine Perkussionsempfindlichkeit.

Fig.4 Radiographie «bite-wing» de contrôle de la 16, 7 mois après la pulpotomie et les coiffages au MTA. Dent exempte de symptômes cliniques, test de vitalité au CO₂-positif, absence de sensibilité à la percussion.

Karies zu einer Pulpanekrose und damit zum Stillstand der physiologischen Wurzelentwicklung führen. Abhängig vom Entwicklungsstand der Wurzel kann dadurch der Apex mehr oder weniger weit offen bleiben. Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum und nekrotischer Pulpa können entzündliche Prozesse den Apex anresorbieren, sodass dieser weit offen ist. Der resorptive Prozess wird meist durch eine Infektion im Dentin unterhalten (HAMMARSTROM & LINDSKOG 1985). Schliesslich kann das Überinstrumentieren während einer endodontischen Behandlung zu einem iatrogen bedingten weit offenen Apex führen. Zähne mit offenen Apices bieten klinisch Schwierigkeiten. Vor



Abb.5 Zahn 16. Nachkontrolle nach 7 Monaten. Röntgenologisch ist der Zahn unauffällig.

Fig.5 Radiographie apicale de contrôle de la 16, 7 mois après le traitement. Absence de symptômes radiologiques.

der Einführung der Apexifikation wurden die offenen Apices von Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum chirurgisch mit einer Retrofüllung verschlossen. Da die meisten dieser Patienten Kinder und Jugendliche waren, wurde nach einem weniger traumatischen Eingriff gesucht. Ziel der Behandlung dieser Zähne war und ist heute immer noch die Induktion einer Heilung apikal und der Verschluss des offenen Apex in Form einer apikalen Barriere, um dagegen eine Wurzelkanalfüllung applizieren zu können. In den Sechzigerjahren des letzten Jahrhunderts präsentierte Kaiser zum ersten Mal Fälle, bei denen in devitalen Zähnen mit offenem Apex die Paste «calcium hydroxide camphorated parachlorophenol (CMCP)» appliziert wurde (KAISER 1964). Diese Technik wurde durch Arbeiten von Frank et al. bekannt (FRANK 1966). Seither war Kalziumhydroxid alleine oder in Kombination mit anderen Medikamenten die Einlage der Wahl, um eine Apexifikation zu induzieren. Die Applikation von Kalziumhydroxid zur Apexifikation ist mit 74 bis 100% Erfolg eine sehr gute Methode, um offene Apices zu verschliessen (SHEEHY & ROBERTS 1997). Ein Nachteil dabei ist, dass sich die apikale Barriere erst nach 5 bis 20 Monaten bildet (SHEEHY & ROBERTS 1997). Zähne, die über einen langen Zeitraum mit Kalziumhydroxid versorgt werden, haben ein erhöhtes Frakturrisiko (ANDREASEN ET AL. 2002; CVEK 1992).

MTA ist zur Apexifikation als Alternativmaterial zu Ca(OH)₂ tierexperimentell getestet worden. Nach dreimonatigem Kontakt zum periapikalen Gewebe konnte mit MTA histologisch signifikant mehr kalzifizierte Hartgewebsneubildung nachgewiesen werden als mit Kalziumhydroxid oder sogar mit dem osteogenen Protein-1 (SHABAHANG et al. 1999).

Klinisches Vorgehen

Abhängig vom Wunsch des Patienten kann eine Anästhesie verabreicht werden. Die Applikation von Kofferdam ist unerlässlich. Der Kofferdam und der zu behandelnde Zahn sollen mit einer 1%-NaOCl-Lösung (NaOCl) desinfiziert werden. Nach der Gestaltung einer adäquaten Zugangskavität wird der Kanal instrumentiert und mit einer 17%igen Ethylen-diamin-tetraacetat-Lösung (EDTA) und einer NaOCl-Lösung gespült. Um den Kanal vollständig zu desinfizieren, sollte auf die Applikation einer Kalziumhydroxideinlage während mindestens einer Woche nicht verzichtet werden. Die Zugangskavität wird mit einer

dichten provisorischen Füllung verschlossen. Nach mindestens einer Woche wird wieder Kofferdam appliziert, desinfiziert und das Provisorium entfernt. Das Kalziumhydroxid wird mit NaOCl und EDTA gründlich ausgespült, und die Kanäle werden nachinstrumentiert (Abb. 6a). Bei sehr weiten Kanälen sollen die Kanalwände zusätzlich mit dünnen Interdentalbürstchen (Curaprox LS 631; Curaden, Kriens, CH) gereinigt werden. Anschließend wird der Kanal mit Papierspitzen getrocknet. Ein Handplugger (Machtou Plugger, Dentsply/Maillefer) wird so ausgewählt, dass er ohne Friktion an den Kanalwänden 1 bis 2 mm kürzer als die Zahnlänge ist (Abb. 6b). MTA wird frisch ange-

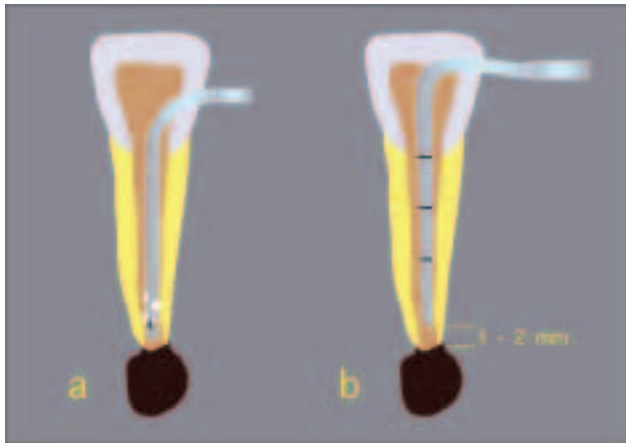


Abb.6 a) Die Kalziumhydroxideinlage wird mit EDTA- und NaOCl-Lösung in Kombination mit Aufbereitungsinstrumenten oder Interdentalbürstchen aus dem Kanal gespült, bis die Kanalwände frei von Kalziumhydroxid sind. Dann wird der Kanal getrocknet. b) Ein Plugger wird ausgewählt, sodass er ohne Friktion bis 1–2 mm vor den Apex in den Kanal eingeführt werden kann.

Fig.6 a) Le pansement d'hydroxyde de calcium est éliminé par des rinçages au EDTA et NaOCl en combinaison avec un nettoyage mécanique à l'aide d'instruments endodontiques et de brossettes interdentaires, jusqu'à ce que les parois du canal soient exemptes d'hydroxyde de calcium. Le canal est ensuite soigneusement séché. b) Un plugger manuel est sélectionné de sorte que lors de l'introduction sans friction sur les parois canalaires sa longueur soit inférieure de 1 à 2 mm par rapport à l'apex.

mischt und mithilfe eines Carriers, beispielsweise einer «Messing Gun» (Produits dentaires SA), in den Kanaleingang gebracht (Abb. 7a). Das MTA wird mit dem Plugger zum apikalen Ende des Wurzelkanals gebracht. Es wird so viel MTA appliziert, bis eine 3 bis 5mm hohe Schicht entsteht (Abb. 7b). Danach erfolgt eine Röntgenkontrolle. Wenn Inhomogenitäten im MTA-Plug zu sehen sind oder der Apex nicht gefüllt wurde, kann das MTA mit sterilem Wasser herausgespült und das Procedere repetiert werden. Zeigt das Röntgenbild einen adäquaten Verschluss, soll ein mit sterilem Wasser befeuchtetes Wattepellet in den Kanaleingang gebracht werden. Die Zugangskavität wird mit einem dichten Provisoriumsmaterial ausreichender Schichtstärke, beispielsweise Cavit, verschlossen. In der nächsten Sitzung kann der Kanal mit Sealer und Guttapercha verschlossen werden. Die Heilung soll klinisch und radiologisch verfolgt werden (Abb. 8, 9).

Perforationsverschluss

Perforationen im Bereich der Furkation oder der Wurzelkanäle können bei erfolgloser Suche nach obliterierten Kanälen, bei Verwendung von starren Aufbereitungsinstrumenten, während der Stiftpräparation oder beim Durchbruch einer internen Re-

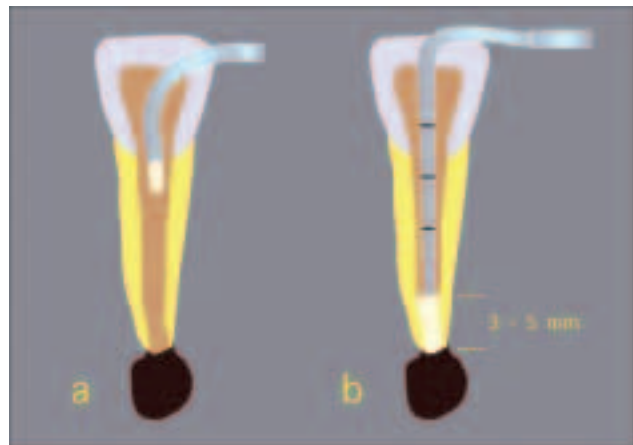


Abb.7 a) Applikation von frisch angemischtem MTA in den Kanaleingang mit Hilfe der «Messing Gun». b) Das MTA wird mit dem vorbereiteten Plugger nach apikal gebracht, bis ein 3 bis 5 mm dicker «Apical Plug» entsteht.

Fig.7 a) Le MTA fraîchement mélangé est appliqué dans l'entrée du canal à l'aide de la seringue «Endo» D' Messing. b) Le MTA est ensuite condensé en direction apicale à l'aide du plugger sélectionné au préalable jusqu'à la création d'un «bouchon apical» d'une épaisseur de 3 à 5 mm.



Abb.8 a) Patientin, 17 Jahre alt. Status nach Unfall mit Frontzahntraumata mit 8 Jahren. Zahn 21 zeigte eine insuffiziente Wurzelkanalfüllung und eine periapikale Läsion. b) Nach Entfernung der Wurzelkanalfüllung und Medikation des Wurzelkanals mit einer Kalziumhydroxideinlage während 3 Wochen wurde der weit offene Apex mit MTA verschlossen.

Fig.8 a) Patiente âgée de 17 ans. Status après un accident ayant provoqué des lésions traumatiques au niveau des dents antéro-supérieures à l'âge de 8 ans. La 21 présentait une obturation radiculaire insuffisante et une lésion péri-apicale. b) Après la révision du canal et l'élimination de l'ancienne obturation canalaire, suivie du pansement médicamenteux du canal par de l'hydroxyde de calcium durant 3 semaines, l'apex largement ouvert a été obturé par du MTA.

sorption auftreten. Wenn Perforationen nicht sofort adäquat verschlossen werden, ist die Prognose für den entsprechenden Zahn ungünstig (PETERSSON et al. 1985). Allgemein gilt, dass die Prognose besser ist, wenn sich eine Perforation im apikalen und mittleren Drittel der Wurzel befindet, als wenn sie im cervikalen Bereich oder in der Furkation auftritt (STROMBERG et al. 1972). Je näher sich eine Perforation am Saumepithel des Parodonts befindet, desto einfacher können durch Entzündungsmediatoren angelockte Epithelzellen zur perforierten Stelle hinunterwachsen (PETERSSON et al. 1985). Dies hat die Bildung eines zur Mund-

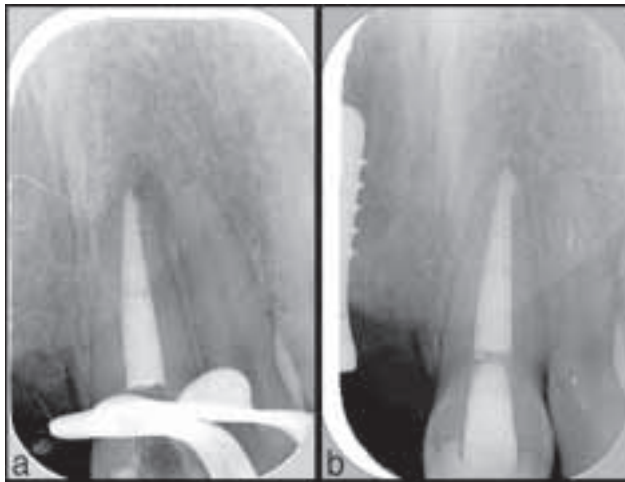


Abb.9 a) Zahn 21. Abschluss der Obturation mit Obtura-II-System. b) Recall nach 7 Monaten. Vollständige Heilung der periapikalen Läsion.

Fig.9 a) Radiographie de contrôle après l'obturation du canal à l'aide du système Obtura II. b) Radiographie de contrôle 7 mois après l'obturation endodontique définitive. La lésion péri-apicale est complètement guérie.

höhle offenen Systems, also einer Endo-Paro-Läsion, zur Folge (ZEHNDER et al. 2002a).

In der Vergangenheit sind Perforationen mit Cavit, Zinkoxideugenol, Kalziumhydroxid, Amalgam, Guttapercha, Trikalziumphosphat und Hydroxylapatit verschlossen worden. Histologische Studien haben gezeigt, dass es am Ort des Perforationsverschlusses mit den oben genannten Materialien oft zu entzündlichen Gewebereaktionen kommt (ELDEEB et al. 1982; PETERSON et al. 1985; PITT FORD et al. 1995). In einer Studie am Hundemodell wurde bei sofortigem Verschluss der Perforationsstelle mit MTA nach 4 Monaten keine Entzündung festgestellt. Zement hatte sich über das MTA gebildet. Dies war auch der Fall, wenn MTA über die Perforationsstelle hinaus in den Parodontalspalt extrudiert wurde. In jedem Fall war das Zement durch das Parodont vom Alveolarknochen getrennt (PITT FORD et al. 1995).

Klinisches Vorgehen

Nach Anästhesie, Legen von Kofferdam und Lokalisation der Perforationsstelle soll diese mit einer verdünnten NaOCl-Lösung (0,25 bis 0,5%) benetzt werden, ohne die Desinfektionslösung ins umgebende Gewebe zu pressen. Es empfiehlt sich auf Grund der vergrößerten Darstellung und der besseren Ausleuchtung des Arbeitsfeldes, den gesamten Perforationsverschluss unter dem Operationsmikroskop durchzuführen. Strip-Perforationen im Bereich der Kanäle sind schwierig zu verschliessen. Der Perforationsverschluss kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Bei der ersten Variante wird ein dünner Fingerspreader oder eine Guttaperchaspitze in den Kanal mit der Perforation geschoben. Danach wird MTA mittels einer «Messing Gun» (Produits dentaires SA) zur Perforationsstelle gebracht und mit einem dünnen Instrument vorsichtig auf die Perforationsstelle gedrückt. Überschüssiges MTA sowie der Fingerspreader oder die Guttaperchaspitze werden aus dem Kanal entfernt. Ein Kontrollröntgenbild zeigt, ob die Perforationsstelle adäquat verschlossen wurde. Ein feuchtes Wattepellet wird auf den Kanaleingang gelegt und die Zugangskavität mit einem dichten Provisorium verschlossen. Nach abgeschlossener Abbindeaktion kann der Zahn obturiert werden. Als zweite Möglichkeit können die Kanäle unterhalb

der Perforationsstelle vollständig aufbereitet und mit Sealer und Guttapercha obturiert werden. Die Perforationsstelle wird dann mit frisch angemischtem MTA verschlossen. Nach einer Abbindezeit von mindestens 3 Stunden kann die definitive Restauration gelegt werden (Abb. 10, 11, 12 und 13). Die Heilung soll 3 bis 6 Monate später kontrolliert werden.

Bei einer apikalen Perforation wird das Wurzelkanalsystem mittels eines apikalen Verschlusses zum Parodont hin abgedichtet (siehe oben).

Retrofüllungsmaterial

Periradikuläre Entzündungen entstehen dann, wenn das Endodont infiziert ist (KAKEHASHI et al. 1965; SUNDQVIST 1994). Das Hauptziel der orthograden Wurzelkanalbehandlung ist die maximale Desinfektion des Wurzelkanalsystems durch chemomechanische Aufbereitung. Die Ursachen endodontischer Misserfolge liegen zu einem grossen Teil in einer ungenügenden Aufbereitung und Desinfektion und einer inadäquaten Obturation mit daraus

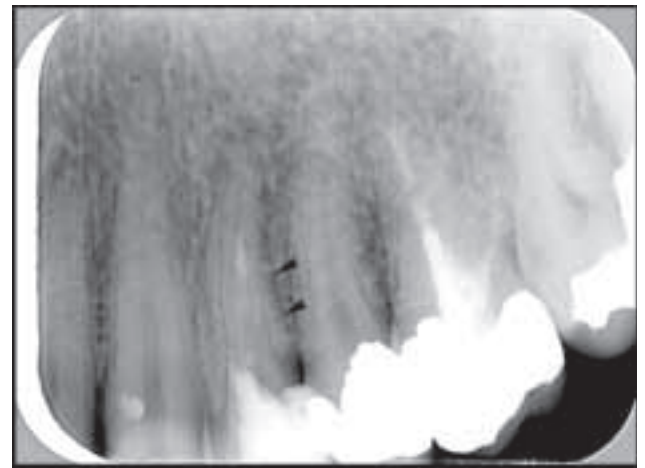


Abb.10 Patient, 35 Jahre alt. Zahn 24 war durch einen Revisionsversuch alio loco perforiert.

Fig.10 Patient âgé de 35 ans. Perforation latérale au niveau de la 24, survenue lors d'une tentative de révision endodontique alio loco.

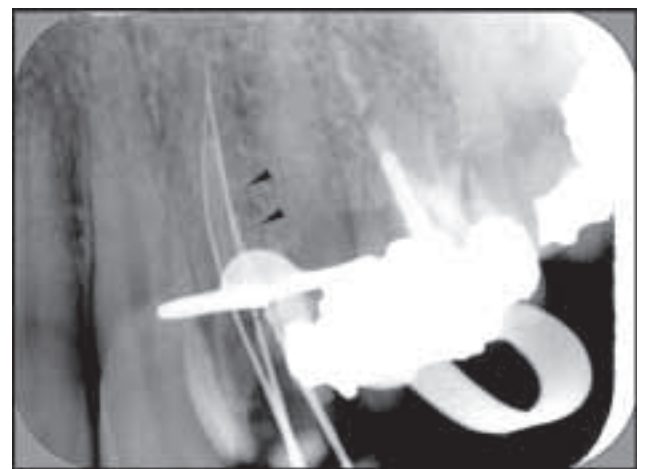


Abb.11 Röntgenmessaufnahme Zahn 24 mit Instrumenten im palatinalen und bukkalen Kanal und in der Perforationsstelle.

Fig.11 Radiographie de contrôle extemporanée avec des instruments dans le canal vestibulaire et palatin, ainsi que dans le site de la perforation.

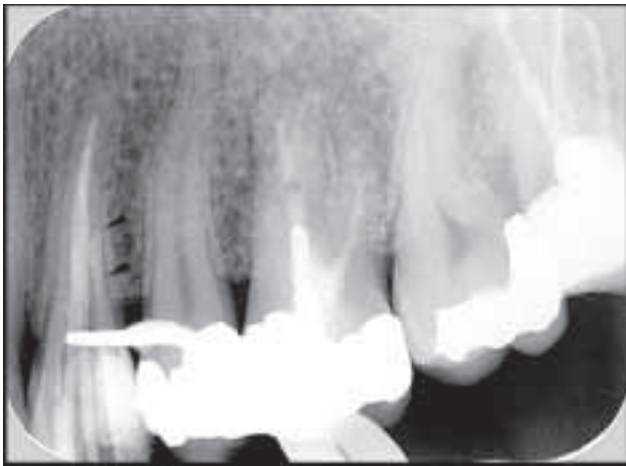


Abb. 12 Zahn 24. Masterpointaufnahme. Der Verschluss der Perforationsstelle mit MTA ist gut sichtbar (Pfeile).

Fig. 12 Radiographie de contrôle extemporanée avec des cônes de gutta-percha «master point». La fermeture du site de la perforation par du MTA est bien visible (flèches).



Abb. 13 Zahn 24. Schlussbild nach Obturation mit lateraler Kondensation.

Fig. 13 Radiographie de contrôle de l'obturation des canaux de la 24 par condensation latérale.

folgender, peristierender Infektion des Endodonts. Apikale Chirurgie ist dann indiziert, wenn eine periradikuläre Pathologie von orthograd nicht zu therapieren ist. Da beim apikalen Zugang das Wurzelkanalsystem nicht oder nur oberflächlich desinfiziert werden kann, ist nach Resektion der Wurzelspitze das Legen einer bakteriendichten Retrofüllung unverzichtbar (FRIEDMAN 1991). Nur so kann die Quelle der Infektion im Wurzelkanal vom periapikalen Gewebe getrennt werden. In einer retrospektiven Studie mit 1016 Patienten konnte gezeigt werden, dass ein dichter apikaler Verschluss der wichtigste Faktor für den Erfolg chirurgischer Endodontie ist (HARTY et al. 1970). Neben seiner Verschlussfähigkeit soll ein Retrofüllungsmaterial biokompatibel, dimensionsstabil, nicht porös, nicht löslich, nicht resorbierbar und unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit sein (COHEN & BURNS 1998). Die meisten herkömmlichen Retrofüllungsmaterialien erfüllen diese Anforderungen nicht.

MTA bindet unter Feuchtigkeitsaufnahme ab und ist unlöslich in Wasser (TORABINEJAD et al. 1995b). Die Kontamination der Retrokavität mit Feuchtigkeit oder Blut, die klinisch oft nicht

verhindert werden kann, beeinflusst die Dichtigkeit von MTA nicht (TORABINEJAD et al. 1994). MTA hemmt in zahlreichen Untersuchungen Farbstoff- (TORABINEJAD et al. 1993; TORABINEJAD et al. 1994) und Bakterienpenetration (TORABINEJAD et al. 1995c) signifikant besser als andere Retrofüllungsmaterialien. Histologische Untersuchungen (TORABINEJAD et al. 1995a) zeigten, dass MTA als Retrofüllungsmaterial im Beagle-Hund die Regeneration von Parodont und Knochen nicht verhindert. Möglicherweise induziert es die Zementblasten zur Bildung einer Matrix, wodurch Wurzelzement über dem MTA entstehen kann. Zehn bis 18 Wochen nach Wurzelspitzenresektion mit retrograder Füllung aus MTA wurde in dieser Studie in über 80% der Fälle Zement über der Resektionsfläche nachgewiesen. Bei Retrofüllungen aus Amalgam hingegen konnte in keinem Fall eine Zementbildung beobachtet werden.

Klinisches Vorgehen

Wurzelspitzenresektionen sollen immer unter Zuhilfenahme einer Vergrößerungshilfe, beispielsweise eines Mikroskops oder eines Endoskops, durchgeführt werden. Die Verwendung eines Operationsmikroskops und mikrochirurgischer Techniken, welche auch die ultraschallaktivierte Retropräparation der resezierten Wurzelspitze beinhaltet, wird in der Literatur von mehreren Autoren beschrieben und empfohlen (IZAWA et al. 1994; PECORA & ANDREANA 1993; RUBINSTEIN & KIM 1999). Dadurch, dass das Mikroskop neben einer variablen Vergrößerung eine optimale Ausleuchtung des Arbeitsfeldes bietet, können Strukturen gesehen werden, die dem unbewaffneten Auge verborgen bleiben. Es werden anatomische Details wie Kanaleinziehungen, laterale Kanäle, akzessorische Kanäle, Isthmen und nicht aufbereitete Kanäle, aber auch Mikrofrakturen, Perforationen und abgebrochene Instrumente sichtbar. In der endodontischen Mikrochirurgie gilt: Man kann nur das behandeln, was man auch sieht. Nach Anästhesie, Bildung eines geeigneten Mukoperiostlappens und Osteotomie werden die apikalsten 3 mm der Wurzelspitze im rechten Winkel zur Zahnachse entfernt. Die Resektionsfläche soll bereits zu diesem Zeitpunkt geglättet sein, da eine Retrofüllung aus MTA beim Finieren ausgewaschen werden würde. Eine 3 mm tiefe Retrokavität wird mit ultraschallaktivierten Spitzen (z.B. ProUltra Surgical Tips, Dentsply/Maillefer) präpariert. MTA wird mit einem kleinen Spatel (z.B. Martin, Tuttlingen, D) auf die resezierte Wurzeloberfläche gebracht und mit einem Stopfer (z.B. Martin) kondensiert. Es soll darauf geachtet werden, dass während der Applikation eine genügende Blutstillung erreicht wird. Da das MTA unter Feuchtigkeitsaufnahme abbindet, soll, nachdem die Retrokavität mit MTA gefüllt ist, eine Hämorrhagie erzeugt werden. Der Mukoperiostlappen wird reponiert und vernäht. Ein postoperatives Röntgenbild soll als Kontrolle in jedem



Abb. 14 Patientin, 26 Jahre alt. Zahn 24 nach Revision, mit persistierenden Schmerzen.

Fig. 14 Patiente âgée de 26 ans. Radiographie de la 24 après révision endodontique, mais avec persistance de douleurs.



Abb. 15 Postoperatives Rx nach Wurzelspitzenresektion 24 und Retrofüllung mit MTA.

Fig. 15 Radiographie postopératoire après résection apicale de la 24 et obturation à rétro par du MTA.



Abb. 16 Zahn 24. Nachkontrolle nach einem Jahr. Vollständige Ausheilung der apikalen Läsion. Zahn beschwerdefrei.

Fig. 16 Radiographie de contrôle de la 24 un an après l'intervention. A noter la guérison complète de la lésion péri-apicale. La dent est exempte de symptômes cliniques.

Fall angefertigt werden. Eine röntgenologische Nachkontrolle nach einem Jahr ist unerlässlich (Abb. 14, 15, 16).

Abstract

Mineral trioxide aggregate (MTA) has been used in dentistry for the last five to eight years. Because of its high biocompatibility, its good sealing ability, and the fact that cemental tissues grow on this material, it has a relatively wide range of applications in endodontics. MTA may be used to cap exposed vital pulps, to seal open apices or perforations, or as a retro-filling material in apical surgery. These applications are presented in the current article, and discussed based on case reports.

Literatur

ANDREASEN J O, FARIK B, MUNKSGAARD E C: Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 18: 134–137 (2002)

- COHEN S, BURNS R C (1998): *Pathways of the pulp*. 7th ed. St. Louis: Mosby, Inc.
- CVEK M: Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 8: 45–55 (1992)
- DE SOUZA COSTA C A, LOPES DO NASCIMENTO A B, TEIXEIRA H M, FONTANA U F: Response of human pulps capped with a self-etching adhesive system. *Dent Mater* 17: 230–240 (2001)
- ELDEEB M E, ELDEEB M, TABIBI A, JENSEN J R: An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endod* 8: 459–466 (1982)
- FARACO I M, HOLLAND R: Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 17: 163–166 (2001)
- FRANK A L: Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc* 72: 87–93 (1966)
- FRIEDMAN S: Retrograde approaches in endodontic therapy. *Endod Dent Traumatol* 7: 97–107 (1991)
- HAMMARSTRÖM L, LINDSKOG S: General morphological aspects of resorption of teeth and alveolar bone. *Int Endod J* 18: 93–108 (1985)
- HARTY F J, PARKINS B J, WENGRAF A M: The success rate of apicoectomy. A retrospective study of 1016 cases. *Br Dent J* 129: 407–413 (1970)
- IZAWA T, KIM S, SUDA H, PECORA G, RUBINSTEIN R: Microscopic endodontic surgery. *Quint Int* 13: 54–65 (1994)
- KAISER J H (1964): *Management of wide-open canals with calcium hydroxide*. Washington DC: American Association of Endodontics.
- KAKEHASHI S, STANLEY H, FITZGERALD R: The effect of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 20: 340–349 (1965)
- KOH E T, FORD T R, KARIYAWASAM S P, CHEN N N, TORABINEJAD M: Prophylactic treatment of dens evaginatus using mineral trioxide aggregate. *J Endod* 27: 540–542 (2001)
- MEJARE I, CVEK M: Partial pulpotomy in young permanent teeth with deep carious lesions. *Endod Dent Traumatol* 9: 238–242 (1993)
- MITCHELL P J, PITT FORD T R, TORABINEJAD M, McDONALD F: Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomater* 20: 167–73 (1999)
- NAKATA T T, BAE K S, BAUMGARTNER J C: Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 24: 184–186 (1998)
- PAMEIJER C H, STANLEY H R: The disastrous effects of the „total etch“ technique in vital pulp capping in primates. *Am J Dent* 11: 45–54 (1998)
- PECORA G, ANDREANA S: Use of dental operation microscope in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 75: 751–758 (1993)
- PETERSSON K, HASSELGREN G, TRONSTAD L: Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1: 22–28 (1985)
- PITT FORD T R, TORABINEJAD M, MCKENDRY D J, HONG C U, KARIYAWASAM S P: Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79: 756–763 (1995)
- PITT FORD T R, TORABINEJAD M, ABEDI H R, BAKLAND L K, KARIYAWASAM S P: Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* 127: 1491–1494 (1996)
- RUBINSTEIN R A, KIM S: Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation micro-

- scope and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 25: 43–48 (1999)
- SCHWARTZ R S, MAUGER M, CLEMENT D J, WALKER W A: 3rd. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 130: 967–975 (1999)
- SHABAHANG S, TORABINEJAD M, BOYNE P P, ABEDI H, McMILLAN P: A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod* 25: 1–5 (1999)
- SHEEHY E C, ROBERTS G J: Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non-vital immature permanent teeth: a review. *Br Dent J* 183: 241–246 (1997)
- STRÖMBERG T, HASSELGREN G, BERGSTEDT H: Endodontic treatment of traumatic root perforations in man. A clinical and roentgenological follow-up study. *Sven Tandlak Tidskr* 65: 457–466 (1972)
- SUNDQVIST G: Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78: 522–530 (1994)
- 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)
- TORABINEJAD M, HIGA R K, MCKENDRY D J, PITT FORD T R: Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 20: 159–163 (1994)
- TORABINEJAD M, HONG C U, LEE S J, MONSEF M, PITT FORD T R: Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod* 21: 603–608 (1995a)
- TORABINEJAD M, HONG C U, McDONALD F, PITT FORD T R: Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 21: 349–353 (1995b)
- 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 (1995c)
- TRONSTAD L, MjÖR I A: Capping of the inflamed pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 34: 477–485 (1972)
- ZEHNDER M, GOLD S I, HASSELGREN G: Pathologic interactions in pulpal and periodontal tissues. *J Clin Periodontol* 29: 633–671 (2002a)
- ZEHNDER M, KOSICKI D, LUDER H, SENER B, WALTIMO T: Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94: 756–62 (2002b)