

# L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica

ARNALDO CASTELLUCCI, DDS



# L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica

Dr. Arnaldo Castellucci

Una grossa difficoltà in odontoiatria in generale ed in Endodonzia in particolare è sempre stato l'isolamento del campo operativo dall'umidità circostante. Per poter essere otturato, il sistema dei canali radicolari deve essere ben asciutto se vogliamo ottenere un buon sigillo e deve essere assolutamente evitata la contaminazione con il sangue. Durante un intervento di incappucciamento diretto pulpale, l'emorragia deve essere tenuta sotto controllo. Quando ci si accinge a sigillare una perforazione, è essenziale l'ottenimento di un campo asciutto. Infine, durante un intervento di endodonzia chirurgica la cavità retrograda deve essere completamente asciutta.

Recentemente, Torabinejad e coll.<sup>42</sup> hanno sviluppato un nuovo cemento chiamato Mineral Trioxide Aggregate (MTA; ProRoot MTA, Dentsply Tulsa Dental) (Fig. 1), che sembra possedere tutte le caratteristiche richieste al cemento ideale per sigillare le comunicazioni esistenti tra il sistema dei canali radicolari e la cavità orale (esposizione pulpali da carie o da trauma) o il parodonto (perforazioni iatrogene, apici immaturi, riassorbimenti radicolari e apicali, cavità retrograde).

L'MTA è un cemento endodontico estremamente biocompatibile, capace di stimolare la guarigione e l'osteogenesi ed è idrofilo. Consiste di una polvere

di fini triossidi (ossido tricalcico, ossido di silicio, ossido di bismuto) ed altre particelle idrofile (silicato tricalcico, alluminato tricalcico, responsabili delle proprietà chimiche e fisiche di questo aggregato<sup>23</sup>), che indurisce in presenza di umidità. L'idratazione della polvere risulta nella formazione di un gel colloidale con pH 12,5, che solidifica in una struttura dura in circa tre-quattro ore. Questo cemento si differenzia da tutti gli altri materiali attualmente esistenti grazie alla sua biocompatibilità, alle sue proprietà antibatteriche, al suo adattamento marginale e alle sue capacità sigillanti ed infine grazie alla sua natura idrofila.<sup>42</sup>

In termini di biocompatibilità, Koh e coll.<sup>19,21</sup> e Pitt Ford e coll.<sup>26</sup> hanno dimostrato l'assenza di citotossicità del materiale quando questo viene messo a contatto con fibroblasti ed osteoblasti e la formazione di un ponte dentinale quando il materiale viene utilizzato nell'incappucciamento pulpale diretto. Altri ricercatori<sup>16,40,46,49</sup> hanno dimostrato la crescita di cemento, legamento parodontale ed osso a contatto dell'MTA quando questo viene usato per sigillare una perforazione o come materiale per otturazione retrograda in endodonzia chirurgica.

Torabinejad e coll.<sup>44</sup> hanno dimostrato che le proprietà antibatteriche dell'MTA sono superiori a quelle dell'amalgama, dell'IRM (cemento a base di ossido di zinco-eugenolo rinforzato con polimetilmetacrilato) e SuperEBA (cemento a base di ossido di zinco-eugenolo rinforzato con ossido di alluminio ed acido etossibenzoico). Ciononostante, il suo spettro non è illimitato, per cui se si sospetta una contaminazione batterica o se è presente un'inflammazione acuta, è consigliabile aumentare il pH e disinfettare il sistema canalare utilizzando una



**Figura 1**  
Il ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa Oklahoma).



medicazione intermedia a base di idrossido di calcio per una settimana prima di introdurre l'MTA.<sup>39</sup> Inoltre, l'adattamento marginale e le capacità sigillanti di questo nuovo materiale sono di gran lunga superiori a quelle dell'amalgama, dell'IRM e del SuperEBA.<sup>2,3,11,49,54</sup> Come è stato già detto, però, la caratteristica che distingue più di ogni altra cosa l'MTA da ogni altro materiale usato fino ad oggi in Endodonzia è rappresentata dalla sua idrofilia. I materiali usati per riparare le perforazioni, per sigillare le cavità retrograde in endodonzia chirurgica, per chiudere gli apici immaturi o per proteggere il tessuto pulpare negli incappucciamenti diretti vengono inevitabilmente in contatto con il sangue o con altri fluidi tissutali. L'umidità può essere sicuramente un fattore importante per i suoi potenziali effetti sulle proprietà fisiche e sulle capacità sigillanti dei materiali restaurativi.<sup>40</sup> Come è dimostrato da Torabinejad e coll.<sup>40</sup> infatti, l'MTA è l'unico materiale che non è influenzato dall'umidità o dalla contaminazione con il sangue: la presenza o l'assenza del sangue, infatti, sembra non aver alcun effetto sulle capacità sigillanti del Mineral Trioxide Aggregate. Infatti, l'MTA indurisce solo in presenza di acqua.<sup>23</sup>

#### **Incappucciamento diretto con MTA**

Tra i materiali oggi disponibili per eseguire un incappucciamento diretto,<sup>26</sup> sicuramente l'MTA è il materiale di scelta. L'incappucciamento diretto è indicato nei denti con apice immaturo ed esposizione pulpare, privi di qualsiasi segno di pulpite irreversibile.<sup>39</sup> In tali casi, il mantenimento della vitalità pulpare è estremamente importante e l'MTA è sicuramente da preferirsi all'idrossido di calcio. Recenti studi infatti hanno dimostrato che l'MTA stimola la formazione del ponte dentinale a contatto

con la polpa dentale. La dentinogenesi stimolata dall'MTA può essere dovuta alle sue capacità sigillanti, alla sua biocompatibilità, alla sua alcalinità.<sup>26</sup> Faraco e Holland<sup>10</sup> hanno dimostrato che nei denti trattati con MTA tutti i ponti dentinali erano di struttura morfologica tubulare e in alcuni preparati era presente un sottile strato di tessuto pulpare necrotico nella zona più superficiale di questi ponti. Questo fatto suggerisce che il materiale, così come l'idrossido di calcio, inizialmente provoca una necrosi coagulativa quando è messo a contatto con il tessuto connettivale pulpare. Tale reazione può essere spiegata con l'alta alcalinità del materiale, il cui pH è 10,2 durante la sua manipolazione e sale a 12,5 dopo 3 ore.<sup>42</sup> In un precedente articolo, Holland e coll.<sup>16</sup> hanno dimostrato la presenza di cristalli di calcite a contatto con l'MTA impiantato nel sottocute del ratto. Questi cristalli di calcite attraggono la fibronectina, responsabile dell'adesione cellulare e della differenziazione. Pertanto possiamo pensare che il meccanismo d'azione dell'MTA è simile a quello dell'idrossido di calcio, ma in più l'MTA garantisce un miglior sigillo contro i batteri.<sup>10</sup> Per questo motivo l'MTA è da preferirsi all'idrossido di calcio. Si deve tuttavia tenere presente che l'MTA è stato introdotto sul mercato solo recentemente e che a tutt'oggi non sono stati ancora pubblicati studi a lungo termine sulla sua efficacia. Pertanto, è necessario richiamare i pazienti a regolari controlli radiografici e clinici per accertarsi che la terapia eseguita sia andata incontro a successo o se invece diventa necessario intervenire con una terapia canalare.

#### *Sequenza operativa*

Dopo aver ottenuto l'anestesia ed aver applicato la diga di gomma, si deterge la

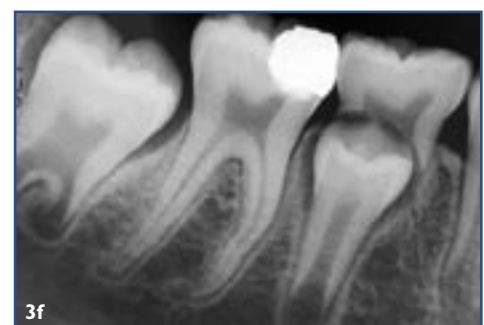
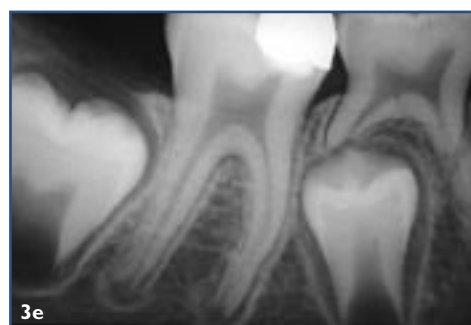
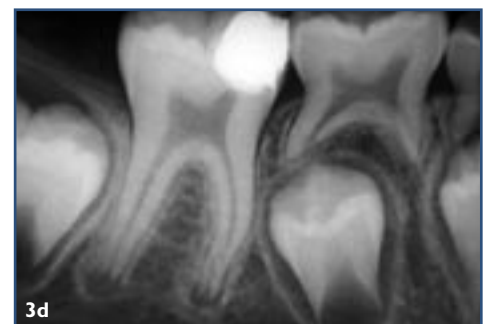
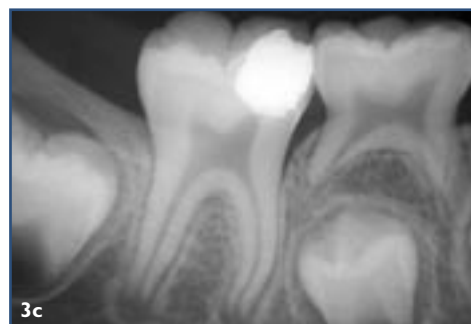
PROFILO DELL'AUTORE. Il Dr. Arnaldo Castellucci si è laureato a Firenze nel 1973 e specializzato nel 1977. Dal 1979 esercita la professione limitatamente all'Endodonzia. Attualmente è Professore a Contratto di Endodonzia Clinica presso il Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi dell'Università di Firenze. Past President della International Federation of Endodontic Associations (IFEA) e della Società Italiana di Endodonzia (SIE), è anche Active Member della American Association of Endodontists (AAE) e

zona dell'esposizione pulpare con ipoclorito di sodio e si controlla che sia cessato l'eventuale sanguinamento. Si miscela

quindi la polvere di MTA con acqua sterile e si posiziona il cemento a contatto della polpa esposta con l'aiuto dell'apposito carrier di Dovgan (Fig. 2). Con una pallina di cotone bagnata si condensa delicatamente il cemento, si posiziona al di sopra un'altra pallina di cotone bagnata (il cemento infatti indurisce solo in presenza di umidità), si ottura provvisoriamente la cavità con Cavit e si dimette il paziente. Dopo un minimo di 4 ore si rivede il paziente, si isola di nuovo il campo con la diga, si rimuove



**Figura 2**  
I carrier di Dovgan (Quality Aspirators, Duncanville, Texas).



**Figura 3a**  
Particolare della radiografia panoramica della paziente di anni 6: il primo molare inferiore di destra è eretto solo parzialmente con le sue cuspidi mesiali e già presenta una carie distruente con interessamento pulpare. Il dente è completamente asintomatico e risponde positivamente ai vari test di vitalità pulpare.

**Figura 3b**  
Radiografia post-operatoria: pulita la carie, è stato messo MTA sulla polpa esposta e al di sopra una pallina di cotone bagnata e Cavit.

**Figura 3c-f**  
Radiografie di controllo rispettivamente dopo 7, 15, 22 e 40 mesi: si noti la maturazione degli apici e la mancanza di segni di calcificazioni pulpari. La polpa continua a rispondere positivamente ai test di vitalità pulpare.

della European Society of Endodontology (ESE). Relatore di fama internazionale, è autore del testo "Endodonzia", edito dalla Casa Editrice Martina, è direttore responsabile del Giornale Italiano di Endodonzia, è Direttore Responsabile e Scientifico della rivista "L'Informatore Endodontico", è Presidente del Warm Gutta-Percha Study Club ed è fondatore del Centro per l'Insegnamento della Micro-Endodonzia, con sede in Firenze, dove insegna e tiene corsi teorico-pratici di Endodonzia Clinica e Chirurgica al microscopio.



**Figura 4a**  
L'inserimento della vite ha causato lo stripping della radice mesiale di questo primo molare inferiore sinistro. E' evidente la compromissione della biforcazione.

**Figura 4b**  
Dopo la rimozione della vite, i canali distale e mesiolinguale sono stati ritrattati ed otturati con guttaperca calda. Il canale mesiovestibolare è stato otturato in guttaperca calda nel terzo apicale, fino al livello più apicale della perforazione.

**Figura 4c**  
Il canale mesiovestibolare è stato ora riempito con MTA dall'inizio della perforazione fino all'imbocco del canale.

**Figura 4d**  
Radiografia di controllo dopo due anni.

il cemento provvisorio e la pallina di cotone sottostante e ci si accerta dell'avvenuto indurimento dell'MTA. A questo punto il dente può essere restaurato definitivamente, per essere ricontrollato a distanza di tempo (Figg. 3A-F).

### Riparazione delle perforazioni

Recentemente, la prognosi delle perforazioni è notevolmente migliorata, grazie all'utilizzo del microscopio operatorio<sup>30</sup> e all'introduzione sul mercato dell'MTA.<sup>6</sup>

La terapia delle perforazioni comporta il superamento di due ostacoli:<sup>31</sup>

1 - l'ottenimento di una buona emostasi ed il controllo "apicale"

2 - la scelta di un materiale restaurativo che sia facile da usare, che sigilli bene, che non si riassorba, che sia biocompatibile e che infine stimoli la neoformazione di tessuto.

In genere, l'ottenimento dell'emostasi ed il controllo "apicale" per impedire

l'estrusione di materiale nei tessuti circostanti veniva ottenuto con la preparazione di una barriera. D'altra parte, tutti i materiali fino ad oggi utilizzati (amalgama, IRM, SuperEBA, compositi) richiedevano la presenza di un campo asciutto e non stimolavano la neoformazione di tessuto.

Per i suddetti motivi, ma principalmente per la sua idrofilia, l'MTA può oggi essere considerato il materiale di elezione per la terapia delle perforazioni. Infatti, è stato dimostrato che il cemento radicolare cresce al di sopra dell'MTA, consentendo il ripristino di un normale legamento parodontale.<sup>27</sup> Inoltre, l'MTA non richiede la presenza di una barriera, non è influenzato dall'umidità o dalla contaminazione col sangue e infine sigilla meglio di ogni altro materiale attualmente in uso (Figg. 4 A-D).

### Sequenza operativa

La sequenza operativa per il trattamento

## L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica

di una perforazione radicolare o del pavimento di una camera pulpare può essere così schematizzato:

### a) prima visita

- 1 - isolamento del campo operatorio con la diga di gomma;
- 2 - detersione dell'area della perforazione;
- 3 - in caso di contaminazione batterica, medicazione con idrossido di calcio per una settimana.

In questo caso il paziente viene dimesso e alla visita successiva si procede dal punto 4 al punto 7;

- 4 - applicazione dell'MTA fino ad ottenere uno spessore di 2-3 mm;
- 5 - controllo radiografico dell'avvenuto posizionamento;
- 6 - applicazione di una pallina di cotone bagnata in diretto contatto con il materiale;
- 7 - otturazione provvisoria

### b) seconda visita

- 1 - dopo un minimo di 24 ore rientro operatorio e controllo dell'indurimento;
- 2 - completamento della terapia.

### **Criteria per la valutazione del successo**

Per poter parlare di successo dopo la terapia di una perforazione, è necessario che il dente trattato risponda ai seguenti requisiti:<sup>36</sup>

- assenza di sintomi, quali dolore spontaneo o provocato dalla palpazione o percussione
- assenza di mobilità eccessiva
- mancanza di comunicazione tra l'apertura della perforazione e la cavità orale attraverso il solco gengivale (tasca)
- mancanza di fistola
- perfetta funzionalità
- mancanza di segni radiografici di demineralizzazione dell'osso adiacente alla perforazione
- spessore del legamento parodontale adiacente al materiale da otturazione non superiore al doppio dello spessore

del legamento circostante.

In mancanza anche di uno solo di questi requisiti siamo costretti a fare diagnosi di insuccesso della terapia.

### **Terapia degli apici immaturi**

Sebbene la tecnica di apacificazione con idrossido di calcio abbia avuto un grande successo da quando è stata descritta fino ad oggi, è innegabile che essa presenta anche degli svantaggi.<sup>15</sup> Non si ha sempre lo stesso tipo di chiusura apicale e il tipo che si formerà non è prevedibile. Il tempo richiesto per ottenere la maturazione dell'apice è talvolta molto lungo, non può mai essere programmato in anticipo<sup>7,29</sup> e se si sta trattando un paziente adulto, questa chiusura può anche non verificarsi mai. Sono richieste più sedute per cambiare o comunque per controllare la medicazione ed ogni seduta dista almeno tre mesi dalla precedente, con la possibilità che venga perduto il sigillo coronale e che si abbia quindi una contaminazione del canale. In questi casi può subentrare una riacutizzazione della sintomatologia ed un ritardo nella guarigione. Per questi motivi si è sentita da alcuni anni l'esigenza di poter otturare i canali dei denti ad apice immaturo senza dover prima stimolare la formazione di una barriera apicale naturale.<sup>8,14,28,33,34,52</sup> L'idea di otturare i denti con apice immaturo senza l'ottenimento della barriera naturale, in effetti, non è una novità: numerosi ricercatori<sup>9,12,24,35</sup> avevano da tempo indicato che si poteva ottenere il successo anche senza dover ricorrere alle numerose medicazioni con idrossido di calcio per indurre la formazione della barriera apicale.

L'apice deve essere visto come una struttura dinamica, capace di autoriparazione.<sup>24,55</sup> La crescita radicolare e la maturazione apicale che talvolta si osservano in presenza di una radiotraspa-

renza apicale si spiegano con la presenza di residui tissutali ancora vitali.<sup>4</sup> Una tecnica che richiede numerosi appuntamenti e che comporta frequenti rinnovi del medicamento e della strumentazione può causare un insulto a quel tessuto, anziché portare a guarigione. Il tessuto rimasto all'interno della barriera calcifica o coronale ad essa sembra destinato a soccombere sotto l'irritazione causata da questi rinnovi della medicazione o dall'otturazione finale.<sup>50,51</sup>

Pertanto, tenendo conto di tutto ciò e delle precedenti esperienze di Koenigs<sup>18</sup> e di Roberts e coll.<sup>29</sup> del 1975 (che avevano dimostrato l'efficacia del fosfato tricalcico nell'indurre la chiusura apicale rispettivamente nella scimmia e nell'uomo), Coviello e Brilliant<sup>8</sup> nel 1979 hanno suggerito una tecnica per otturare in una sola visita i denti permanenti con polpa necrotica ed apice immaturo: essi suggerivano l'uso di fosfato tricalcico da utilizzare come barriera apicale contro cui poter condensare immediatamente la guttaperca. Nei casi da loro trattati gli autori notarono la stessa percentuale di successi rispetto alla terapia tradizionale, con la differenza che non ebbero mai sovrariempimenti, la metodica era estremamente più rapida, comportava un minore numero di radiografie, minore disagio per i pazienti e dava risultati sempre prevedibili.<sup>8</sup>

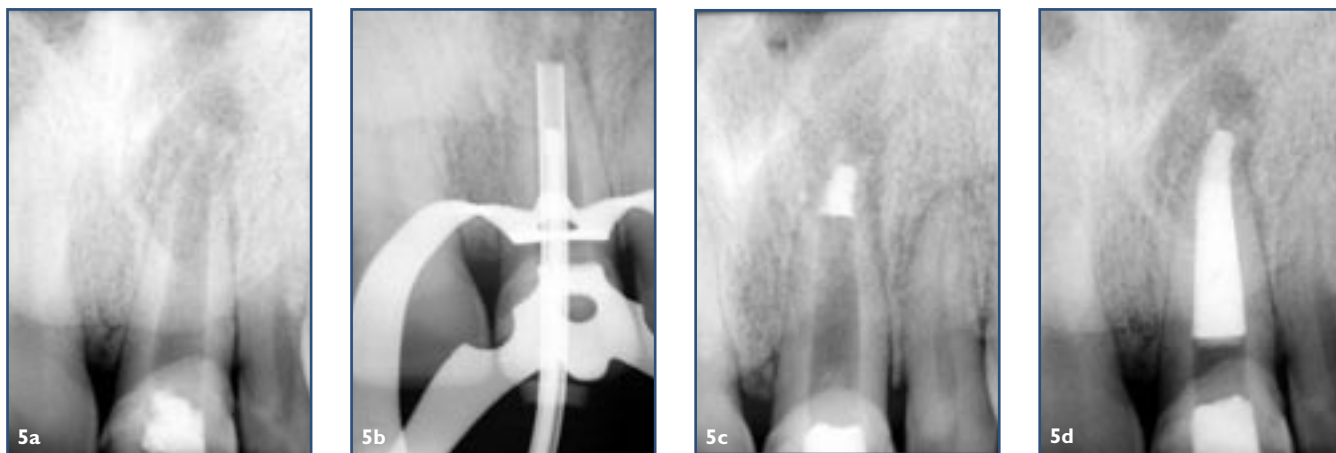
Buchanan<sup>5</sup> in un suo articolo del 1996 suggeriva l'uso di osso liofilizzato demineralizzato da condensare al termine di un canale radicolare immaturo, per creare in un'unica visita una matrice apicale biocompatibile. In questi casi l'uso del microscopio operatorio era di estremo aiuto, se non addirittura indispensabile, per vedere letteralmente all'interno del canale i tessuti periapicali ed il posizionamento della matrice fatta dall'innesto osseo.

Più recentemente il Mineral Trioxide Aggregate è stato indicato come materiale ideale per eseguire la formazione di una barriera apicale in un'unica seduta.<sup>39</sup> Secondo recenti ricerche, esso infatti, paragonato all'idrossido di calcio e alla proteina osteogenica (OP-1), induce la stessa quantità apicale di tessuto duro calcifico senza la minima infiammazione.<sup>33</sup> E' stata inoltre dimostrata la neoformazione di osso, cemento e legamento parodontale a diretto contatto con l'MTA.<sup>40,46</sup> Pertanto, viste le sue buone capacità di sigillo (superiori a quelle dell'amalgama, dell'IRM e del Super-EBA),<sup>1,3,11,25,38,40,47-49,54</sup> le sue capacità antibatteriche,<sup>44</sup> la sua elevata biocompatibilità<sup>17,19,20,41,43-46</sup> e soprattutto la sua idrofilia, visti i numerosi casi clinici già riportati in letteratura,<sup>6,13,32,39,53</sup> per tutti questi motivi l'MTA è da considerarsi oggi senza ombra di dubbio il materiale di elezione per la tecnica della barriera apicale nella terapia degli apici immaturi con polpa necrotica.

#### *Sequenza operativa*

Dopo aver applicato la diga di gomma ed aver eseguito una corretta cavità d'accesso, si deterge il canale radicolare con lavaggi di ipoclorito di sodio, meglio se attivato dall'azione degli ultrasuoni. Questi canali richiedono una strumentazione minima e date le loro dimensioni e la sottigliezza delle pareti canalari, devono essere detersi più che sagomati, per non indebolirli ulteriormente. Per migliorare la loro disinfezione, Torabinejad<sup>39</sup> suggerisce anche una medicazione intermedia con idrossido di calcio per una settimana. Dopo aver rimosso l'idrossido con lavaggi di ipoclorito ed aver asciugato il canale con coni di carta sterile, si miscela la polvere di MTA con soluzione fisiologica o acqua sterile e si posiziona

## L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica



**Figura 5a**  
Radiografia preoperatoria dell'incisivo centrale superiore sinistro. Il paziente ha 55 anni e il suo apice immaturo non risponde alle precedenti terapie con idrossido di calcio.

**Figura 5b**  
Radiografia intraoperatoria con il carrier di Dovgan in sede.

**Figura 5c**  
Sono stati posizionati tre millimetri di MTA per costruire la barriera apicale.

**Figura 5d**  
Dopo che il materiale si era completamente indurito, nel corso della visita successiva il canale è stato otturato con gutta-perca termoplastica.

nella zona apicale con gli appositi carrier di Dovgan precedentemente tarati allo scopo. Il posizionamento dell'MTA deve avvenire esattamente al forame apicale, in quanto il materiale deve venire a contatto diretto con i tessuti periapicali, senza debordare.

In genere, la resistenza opposta dai tessuti stessi è sufficiente a prevenire l'estrusione, ma se si teme ciò, non c'è alcuna controindicazione all'uso di una matrice di materiale riassorbibile (Collacote) contro cui condensare l'MTA. La sua condensazione può essere eseguita con i tradizionali plugger manuali di Schilder o con dei coni di carta e lo spessore del materiale posizionato deve raggiungere i 3-4 mm.

Per evitare l'incorporamento di bolle d'aria, si consiglia di appoggiare una punta da ultrasuoni al plugger mentre questo sta delicatamente condensando l'MTA in direzione apicale. Si esegue quindi una radiografia per controllare l'esattezza della profondità e dello spessore raggiunti. Se la barriera apicale da noi costruita non appare soddisfacente al nostro primo tentativo, si rimuove l'MTA con un semplice lavaggio fatto con soluzione fisiologica e si ripetono i vari passaggi.

Quando l'aspetto radiografico è soddisfacente, si posiziona a diretto contatto con l'MTA un cono di carta bagnato e si sigilla la cavità d'accesso con un cemento provvisorio, affinché il materiale indurisca nelle successive 3-4 ore. All'appuntamento successivo si rimette la diga, si rimuove il cemento provvisorio e il cono di carta, si controlla l'avvenuto indurimento del materiale e quindi si può procedere al completamento della terapia, otturando il resto del canale con gutta-perca calda secondo le metodiche tradizionali (Figg. 5 A-D).

Nel caso di pareti canalari particolarmente sottili e fragili, alcuni autori suggeriscono di riempire il resto del canale anziché con gutta-perca, con una resina composita adesiva, allo scopo di rinforzare la radice.<sup>15</sup>

Come già accennato in precedenza, per una corretta esecuzione di questa terapia il microscopio operatorio è, secondo il parere dell'autore, indispensabile. Per facilitare il posizionamento del materiale, inoltre, secondo l'esperienza dell'autore, è preferibile posizionare solo la polvere e non il materiale già miscelato, per poi andarlo a toccare con un cono di carta bagnato: per capillarità l'MTA assorbirà l'umidità che gli è necessaria.



La tecnica della barriera apicale con MTA è sicuramente indicata nei denti ad apice immaturo di pazienti adulti, nei quali la terapia con idrossido di calcio rappresenterebbe solo una perdita di tempo, in quanto non si formerebbe alcuna barriera calcifica apicale. Tali pazienti hanno spesso anche problemi di tempo e giuste richieste estetiche, per cui la terapia tradizionale con idrossido di calcio sarebbe ancora di più controindicata. La medesima terapia con MTA è indicata anche nel bambino, a patto che la tradizionale cavità d'accesso consenta la perfetta visualizzazione del forame apicale sotto il microscopio operatorio. Se questo non è possibile e richiederebbe un'ulteriore asportazione di struttura coronale, l'autore suggerisce di ricorrere alla terapia tradizionale con idrossido di calcio.

#### Otturazione retrograda

Per le sue capacità sigillanti, biocompatibilità e idrofilia, l'MTA è considerato il materiale di elezione anche per l'otturazione retrograda in corso di endodonzia chirurgica.<sup>2,3,6,11,17,37-42,44-49,54</sup> Le sue caratteristiche di manipolabilità sono considerate eccellenti e il materiale può tranquillamente essere utilizzato anche in presenza di sangue.<sup>37</sup>

#### Sequenza operativa

Dopo aver completato la preparazione della cavità retrograda con le apposite punte da ultrasuoni, si posiziona il materiale con il carrier prescelto e quindi si condensa delicatamente con un piccolo plugger. I migliori strumenti per questo scopo comprendono l'utilizzo del portatore di amalgama tipo Messing Gun (R. Chige, Inc., Boca Raton, Florida), o i nuovi carrier di Dovgan, reperibili sia diritti che curvi o precurvabili (Quality Aspirators, Duncanville, Texas).

Un altro metodo per portare comodamente in cavità l'MTA consiste nell'utilizzare il carrier descritto da Edward Lee<sup>23</sup> (Figg. 6 A-G) con il quale il materiale rimane aderente ad una piccola spatolina, come eravamo abituati a fare utilizzando il SuperEBA.

Questo metodo presenta il vantaggio di comportare un minore ingombro e quindi un più facile accesso anche in cavità piccole di denti posteriori, senza la lunga attesa necessaria per lo spatolamento e quindi per l'indurimento del SuperEBA (che in genere si aggirava sugli 8-12 minuti in totale, prima di poter eseguire la rifinitura).

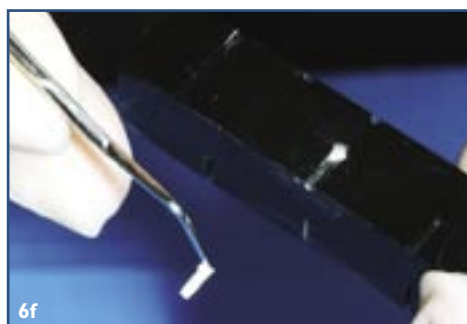
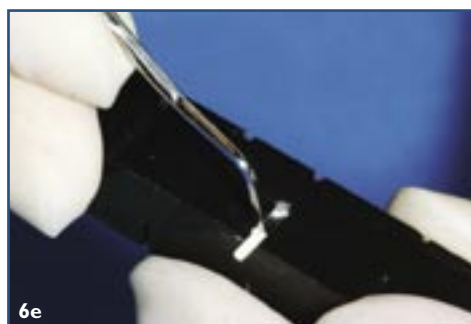
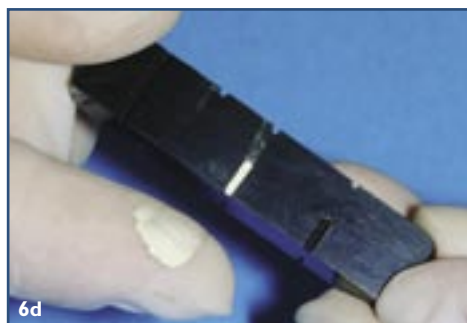
Il materiale deve essere mantenuto relativamente asciutto, in maniera che non scivoli via troppo facilmente, ma al tempo stesso sufficientemente umido per poter essere manipolato con relativa facilità.

Se l'assistente tocca con il manipolo degli ultrasuoni il plugger con cui noi



**Figura 6a-g**  
Utilizzo del carrier descritto da Lee.

## L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica



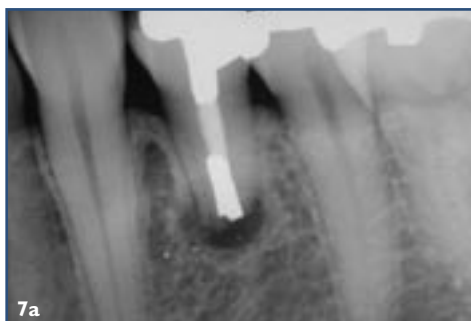
La rifinitura dell'MTA si esegue semplicemente grattando via l'eccesso con un escavatore o con una spatolina tagliente appoggiata alla superficie del bisello. L'umidità necessaria al materiale per raggiungere il completo indurimento deriva dal sangue che andrà a riempire la breccia ossea immediatamente dopo che la nostra chirurgia sarà terminata (Figg. 7 A-D).

stiamo compattando il materiale, si elimina la formazione di vuoti, si ottiene una maggiore densità ed una maggiore radiopacità.

Il tempo di lavorazione dell'MTA è addirittura di circa due ore, per cui vengono ad essere così eliminati tutti i problemi derivanti dall'indurimento talvolta troppo rapido tipico degli altri materiali.

### Conclusioni

Il Mineral Trioxide Aggregate (ProRoot MTA) è un materiale relativamente nuovo che è diventato il materiale di elezione in numerose applicazioni nel campo dell'Endodonzia. Questo articolo ha descritto queste applicazioni, prendendo in esame dettagliatamente anche le procedure operative per ciascuna di esse.



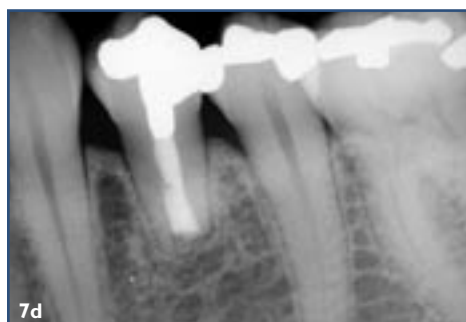
7a



7b



7c



7d

**Figura 7a**  
Radiografia preoperatoria del primo premolare inferiore sinistro. La precedente chirurgia non ha avuto buon esito.

**Figura 7b**  
E' presente un tragitto fistoloso.

**Figura 7c**  
Radiografia postoperatoria dopo il ritrattamento chirurgico. La vecchia amalgama è stata rimossa e la cavità retrograda è stata riempita con MTA.

**Figura 7d**  
Il controllo dopo un anno mostra la completa guarigione, con la lamina dura che circonda l'estremità della radice.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) - Adamo, H.L., Buruiana, R., Rosenberg, P.A., Schertzer, L., Kahn, F.F., Boylan, R.: Bacterial assay of coronal microleakage: MTA, SuperEBA, composite, amalgam retrofillings (abstract 33). *J. Endod.* 22:196, 1996.
- 2) - Adamo, H.L., Buruiana, R., Schertzer, L., Boylan, R.J.: A comparison of MTA, SuperEBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int. Endod. J.* 32:197, 1999.
- 3) - Bates, C.F., Carnes D.L., Del Rio C.E.: Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endod.* 22:575, 1996.
- 4) - Bayirli, G.S.: Traumatized maxillary central incisor. *J. Endod.* 1:35, 1975.
- 5) - Buchanan, L.S.: One-visit endodontics: a new model of reality. *Dentistry Today*. Vol. 15, 5:36, 1996.
- 6) - Cantatore, G., Castellucci, A., Dell'Agnola, A., Malagnino, V.A.: Applicazioni cliniche dell'MTA. *G. It. Endod.* 16:29, 2002.

## L'uso del Mineral Trioxide Aggregate in Endodonzia Clinica e Chirurgica

### BIBLIOGRAFIA

- 7) - Corpron, R.E., Dowson, J.: Pulpal therapy for the traumatized immature anterior tooth. *J. Mich. Dent. Assoc.* 52: 224, 1970.
- 8) - Coviello, J., Brilliant, J.D.: A preliminary clinical study on the use of tricalcium phosphate as an apical barrier. *J. Endod.* 5:6, 1979.
- 9) - Duell, R.C.: Conservative endodontic treatment of the open apex in three dimensions. *Dent. Clin. North Am.* 17:125, 1973.
- 10) - 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, 2001
- 11) - Fisher, E.J., Arens, D.E., Miller, C.H.: Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material and SuperEBA as a root-end filling material. *J. Endod.* 24:176, 1998.
- 12) - Friend, L.A.: The treatment of immature teeth with non-vital pulps. *J. Br. Endodont. Soc.* 1:28, 1967.
- 13) - Germain, L.P.: Mineral Trioxide Aggregate: a new material for the new millennium. *Dentistry Today*, 66-71, January 1999.
- 14) - Goodell, G.G., Mork, T.O., Hutter, J.W., Nikoll, B.K.: Linear dye penetration of a calcium phosphate cement apical barrier. *J. Endod.* 23:174, 1997.
- 15) - Hachmeister, D.R., Schindler, W.G., Walker III, W.A., Thomas, D.D.: The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J. Endod.* 28:386, 2002.
- 16) - Holland, R., De Souza, V., Nery, M.J., Otoboni Filho, J.A., Bernabe, P.F., Dezan Junior, E.: Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J. Endod.* 25:161, 1999.
- 17) - Kettering, J.D., Torabinejad, M.: Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J. Endod.* 21:537, 1995.
- 18) - Koenigs, J.F., Heller, A.L., Brilliant, J.D., Melfi, R.C., Driskell, T.D.: Induced apical closure of permanent teeth in adult primates using a resorbable form of tricalcium phosphate ceramic. *J. Endod.* 1:102, 1975.
- 19) - Koh, E.T., McDonald, F., Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M.: Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 24:543, 1998.
- 20) - Koh, E.T., Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M., McDonald, F.: Mineral trioxide aggregate stimulates cytokine production in human osteoblasts. *J. Bone Min. Res.* 10:406, 1995.
- 21) - Koh, E.T., Torabinejad, M., Pitt Ford T.R., Brady, K.: Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J. Biomed. Mater. Res.* 37:432, 1997.
- 22) - Lee, E.S.: A new Mineral Trioxide Aggregate root-end filling technique. *J. Endod.* 26:764, 2000.
- 23) - Lee, S.J., Monsef, M., Torabinejad, M.: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J. Endod.* 19:541, 1993.
- 24) - Moodnik, R.M.: Clinical correlations of the development of the root apex and surrounding structures. *Oral Surg.* 16:600, 1963.
- 25) - Nakata, T.T., Bea, K.T., Baumgartner, J.C.: Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J. Endod.* 24:184, 1998.
- 26) - 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, 1996.
- 27) - 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.* 79:756, 1995.
- 28) - Pitts, D.L., Jones, J.E., Oswald, R.J.: A histological comparison of calcium hydroxide plugs and dentin plugs used for the control of gutta-percha root canal filling material. *J. Endod.* 10:283, 1984.
- 29) - Roberts, S.C. Jr., Brilliant J.D.: Tricalcium phosphate as an adjunct to apical closure in pulpless permanent teeth. *J. Endod.* 1:263, 1975.
- 30) - Ruddle, C.J.: Endodontic perforation repair: using the surgical operating microscope. *Dentistry Today*, 13:48, 1994.
- 31) - Ruddle, C.J.: Retreatment of root canal system. *C.D.A. Journal* 25(11): 765-799, 1997.

**BIBLIOGRAFIA**

- 32)** - Schwartz, R.S., Mauger, M., Clement, D.J., Walker III, W.A.: Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J. Am. Dent. Assoc.* 30:967, 1999.
- 33)** - 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, 1999.
- 34)** - Schumacher, J.W., Rutledge, R.E.: An alternative to apexification. *J. Endod.* 19:529, 1993.
- 35)** - Stewart, D.: Root canal therapy in incisor teeth with open apices. *Br. Dent. J.* 114: 249, 1963.
- 36)** - Stromberg, T., Hasselgran, G., Bergstedt, H.: Endodontic treatment of traumatic root perforations in man: a clinical and roentgenological follow-up study. *Sven. Tandlak. Tidskr.* 65:457, 1972.
- 37)** - Stropko, J.: Surgical endodontics. In Castellucci A. ed. *Endodontics*, 2<sup>nd</sup> ed. Florence, 2002. In press
- 38)** - Tang, H.M., Morrow, S.G., Kettering, J.D., Torabinejad, M.: Endotoxin leakage of four root-end filling materials (abstract 42). *J. Endod.* 23:259, 1997.
- 39)** - Torabinejad, M., Chivian, N.: Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 25:197, 1999.
- 40)** - 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, 1994.
- 41)** - 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, 1995.
- 42)** - 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, 1995.
- 43)** - Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R., Kariyawasam, S.P.: Tissue reaction to implanted SuperEBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J. Endod.* 21:569, 1995.
- 44)** - Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R., Kettering J.D.: Antibacterial effects of some root-end filling materials. *J. Endod.* 21: 403, 1995.
- 45)** - Torabinejad, M., Pitt Ford, T.R., Abedi, H.R., Tang, H.M.: Tibia and mandible reaction to implanted root-end filling materials (abstract 56). *J. Endod.* 23:263, 1997.
- 46)** - Torabinejad, M., Pitt Ford, T.R., McKendry, D.J., Abedi, H.R., Miller, D.A., Kariyawasam, S.P.: Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. *J. Endod.* 23:225, 1997.
- 47)** - 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, 1995
- 48)** - 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, 1995.
- 49)** - Torabinejad, M., Watson, T.F., Pitt Ford, T.R.: Sealing ability of mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. *J. Endod.* 19:591, 1993.
- 50)** - Torneck, C.D., Smith, J.S., Grindall, P.: Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. 3. *Oral Surg.* 35: 532, 1973.
- 51)** - Torneck, C.D., Smith, J.S., Grindall, P.: Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. IV. *Oral Surg.* 35: 541, 1973.
- 52)** - Weisenseel, J.A., HICKS, M.L., Pelleu, G.B.: Calcium hydroxide as an apical barrier. *J. Endod.* 13:1, 1987.
- 53)** - Witherspoon, D.E., Ham, K.: One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.* 13:455, 2001.
- 54)** - Wu, M.K., Kontakioti, S., E.G., Wesselink, P.R.: Long term seal provided by some root-end filling materials. *J. Endod.* 24: 557, 1998.
- 55)** - Zeldow, L.L.: Endodontic treatment of vital and non-vital immature teeth. *N.Y. State Dent. J.* 33:327, 1967.