

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

Arnaldo Castellucci, MD, DDS

Le perforazioni rappresentano delle comunicazioni patologiche o iatrogene tra il sistema dei canali radicolari e l'apparato di sostegno del dente.

Si deve porre molta attenzione per evitare di perforare un dente durante una terapia endodontica, in quanto la perforazione necessita di un trattamento in più non richiesto inizialmente dal paziente. Tuttavia, una volta che la perforazione è stata fatta, il dente non deve essere necessariamente estratto o sottoposto a chirurgia radicolare o reimpianto intenzionale, ma può essere trattato con successo anche in maniera conservativa e continuare a funzionare come prima che la perforazione avvenisse. Inoltre non è detto che il dente verrà perso prematuramente per la presenza di questo problema.¹⁵

In corrispondenza della perforazione si stabilisce una reazione infiammatoria nel parodonto circostante, dovuta sia al trauma meccanico subito sia all'immissione di sostanze tossiche che immancabilmente l'accompagna.

La perforazione viene a creare una porta di uscita "in più" nel sistema dei canali radicolari ed appena diagnosticata deve essere sigillata quanto prima, dato che i danni parodontali che da essa derivano possono col tempo diventare irreversibili.

La correzione delle perforazioni può spesso richiedere un approccio multidisciplinare affinché venga stabilito il corretto piano di trattamento, che può prevedere l'estrazione, il ritrattamento ortograde, il ritrattamento chirurgico o entrambi questi ultimi.

Le decisioni da prendere nella terapia

di una perforazione sono influenzate da quattro parametri, dei quali si dovrà tenere conto, e cioè il livello, la sede, le dimensioni e forma ed infine il tempo.³⁰

- Livello. La perforazione può avvenire a livello del terzo coronale, del terzo medio o del terzo apicale della radice. Tutta la letteratura concorda sul fatto che la prognosi delle perforazioni del terzo apicale e del terzo medio è molto migliore rispetto a quelle del terzo cervicale o del pavimento della camera pulpare dei pluriradicolarati.

- Sede. Le perforazioni possono avvenire circonferenzialmente, sull'aspetto vestibolare, linguale, mesiale o distale della radice, e questo è d'importanza critica se si sta prendendo in considerazione l'approccio chirurgico, mentre non ha importanza nel caso del ritrattamento ortograde.

- Dimensioni e forma. L'ottenimento di un buon sigillo è soprattutto influenzato dalle dimensioni e dalla forma della perforazione. Maggiore è la dimensione della fresa che ha perforato, maggiore sarà l'area da sigillare. Inoltre, la perforazione fatta sul lato della radice non è mai di forma rotonda, ma piuttosto ellittica, dato che la fresa incontra la parete canalare con un angolo di circa 45°. Inoltre, la cavità perforante non ha la minima conicità, e ciò contribuisce ulteriormente a rendere difficile il suo sigillo, nel rispetto dei tessuti parodontali circostanti.

- Tempo. Come già accennato prima, la perforazione crea una reazione infiammatoria nei tessuti adiacenti, con perdita di attacco. Pertanto, per evitare che il danno parodontale si aggravi, le perforazioni devono essere



riparate prima possibile, meglio se nel corso dello stesso appuntamento in cui sono state eseguite.

Prognosi delle perforazioni

La prognosi delle perforazioni dipende da molti fattori, come il loro livello (terzo apicale, medio o coronale) dalla sede (vestibolare, palatina, mesiale o distale), dalle dimensioni (piccole o grandi) e dall'intervallo di tempo che intercorre tra l'effettuazione delle perforazioni e l'otturazione delle perforazioni stesse, dalla possibilità che si complicano con un'infezione batterica, dal materiale usato per la riparazione del difetto e dalla possibilità che si abbia o meno un sovrariempimento.

Livello. Per quanto riguarda la sede,

come si è già accennato all'inizio, la letteratura è concorde nell'affermare che le perforazioni del terzo coronale e del pavimento della camera pulpare hanno una prognosi più infausta a causa della loro vicinanza al solco gengivale.^{12,15,16,18,25,33} Se rimane un'adeguata quantità di tessuto connettivo ed osso occlusalmente al difetto, si hanno minori possibilità che s'instauri un danno parodontale permanente e la guarigione è facilitata. Per questo motivo, la prognosi è migliore nel caso di perforazioni del pavimento in molari dal tronco lungo.

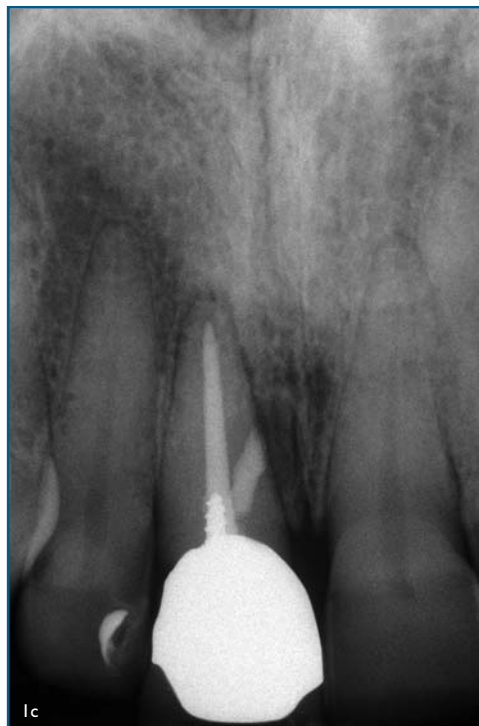
- Sede. La sede non influenza la prognosi se la perforazione può essere trattata per vie ortograde, mentre diventa di estrema importanza se il solo approccio da utilizzare sarà quello chirurgico (Fig. 1): l'inaccessibilità



Fig. 1
Riparazione chirurgica con MTA della perforazione del terzo medio dell'incisivo centrale.
A - Radiografia preoperatoria.
B - Un cono di gutta-perca è stato introdotto nella fistola.
C - Radiografia postoperatoria.
D - Guarigione dopo 4 anni.

PROFILO DELL'AUTORE

Il Dr. Castellucci si è laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università di Firenze nel 1973 e si è specializzato in Odontoiatria e Protesi Dentaria presso la stessa Università nel 1977. Dal 1978 al 1980 ha frequentato i corsi della Continuing Education in Endodonzia presso la Boston University School of Graduate Dentistry con il Prof. Herbert Schilder. Da allora esercita l'attività a Firenze limitatamente alla sola Endodonzia. E' Past President della Società Italiana di Endodonzia S.I.E., Past President della International Federation of Endodontic Associations I.F.E.A., Active Member



chirurgica infatti può richiedere l'estrazione.

- Dimensioni. Per quanto riguarda le dimensioni e la forma, è ovvio che tanto più la perforazione è ampia, senza conicità e con un'apertura esterna ovale, tanto più sarà difficile ottenere un buon sigillo senza sovrariempimenti.

Tempo. Alle perforazioni, infine, si accompagna sempre una reazione infiammatoria con conseguente perdita di attacco: si instaura cioè una lesione endodontica primaria con secondario coinvolgimento parodontale che ovviamente ne peggiora la prognosi. Per questo motivo, l'intervallo di tempo che intercorre tra la perforazione e la sua riparazione deve essere il più breve possibile ed è fortemente raccomandata la sua otturazione

immediata,³³ (durante il medesimo appuntamento in cui è stata eseguita), allo scopo di prevenire una contaminazione batterica e quindi l'instaurarsi di un danno alle strutture vicine (attacco epiteliale, legamento parodontale, osso), che, se ancora integre, possono anche avere una certa funzione di matrice ed evitare grossi sovrariempimenti al momento della loro otturazione.

Terapia: materiali e tecniche

Nella riparazione delle perforazioni la visibilità è essenziale. Pertanto l'utilizzo del microscopio operatorio, che garantisce illuminazione ed ingrandimento, è da considerarsi indispensabile se vogliamo migliorare la predicibilità dei nostri ritrattamenti. Per quanto riguarda i materiali, Beavers

della European Society of Endodontology E.S.E., Active Member della American Association of Endodontists A.A.E.. Attualmente è Professore a Contratto presso il Corso di Laurea in Odontoiatria dell'Università di Firenze. E' Direttore responsabile del Giornale Italiano di Endodonzia, Direttore Responsabile e Direttore Scientifico dell'Informatore Endodontico, Editor in Chief di Endo Tribune, Fondatore e Presidente del Warm Gutta-Percha Study Club e del Centro Insegnamento Micro-Endodonzia. Relatore internazionale, è autore di numerosi articoli scientifici pubblicati sulle più importanti riviste del settore e autore del testo Endodonzia, ora tradotto anche in lingua Inglese.

e coll.⁷ hanno dimostrato che si può avere una completa guarigione del difetto sia nel caso di perforazione della biforcazione, sia nel caso di perforazioni laterali in vicinanza del solco gengivale, senza avere migrazione apicale dell'attacco epiteliale, se le lesioni vengono fatte guarire in vicinanza di un materiale biocompatibile e soprattutto in assenza di contaminazione batterica.

In passato sono stati suggeriti molti materiali: il Cavit,¹⁵ l'amalgama,^{8,12} l'idrossido di calcio,¹⁴ la guttaperca.²³ Indipendentemente dal materiale utilizzato, il clinico che desidera riparare le perforazioni in maniera predicibile deve superare le seguenti difficoltà.³¹ La prima consiste nell'ottenere una buona emostasi e nell'evitare i sovrariempimenti, e ciò può essere raggiunto utilizzando una barriera al di là della perforazione, che ben si adatti all'anatomia della biforcazione o alla superficie radicolare. La barriera deve essere costituita di materiale biocompatibile, riassorbibile e capace di stimolare la crescita di nuovo osso, deve essere introdotta attraverso la cavità d'accesso direttamente nel difetto osseo a tre pareti e serve da matrice contro cui condensare il materiale da otturazione. I materiali più comunemente utilizzati come barriera sono il Collacote (Calcitek, Carlsbad, California) (Fig. 2), l'osso liofilizzato, il fosfato tricalcico ed il fosfato di calcio.

La seconda difficoltà consiste nello scegliere un materiale da restauro che sia di facile uso, dalle buone

capacità sigillanti, non riassorbibile, esteticamente accettabile e biocompatibile, capace cioè di stimolare la crescita di nuovo tessuto. I materiali più comunemente utilizzati per riparare le perforazioni comprendono la tradizionale vecchia amalgama (oggi usata sempre meno), il SuperEBA (Bosworth Co., Skokie, Illinois), i compositi adesivi ed il Mineral Trioxide Aggregate (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma).

Attualmente, per garantire un buon sigillo, tutti i materiali utilizzati richiedono la preparazione di un campo asciutto, con la sola eccezione dell'MTA. Pertanto con tutti gli altri materiali deve essere scelto l'utilizzo di una barriera che fornisca una cavità asciutta e al tempo stesso una matrice per il materiale di restauro, che ne impedisca la fuoriuscita. L'MTA invece non necessita di alcuna barriera.

RIPARAZIONE CON MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE

Recentemente la prognosi delle perforazioni è notevolmente migliorata da quando si è diffuso l'uso del



Fig. 2
Collacote.

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

microscopio operatorio²⁹ e ancora di più da quando è diventato disponibile un nuovo materiale per l'otturazione dei difetti, il Mineral Trioxide Aggregate o MTA¹⁰ (Fig. 3), messo a punto da Torabinejad presso l'Università di Loma Linda, California.³⁹ Si tratta di un cemento endodontico di elevata biocompatibilità, idrofilo, capace di indurre processi di riparazione e di osteogenesi (Fig. 4).^{32,36} Il cemento è costituito da una polvere di fini triossidi ed altri minerali idrofili che induriscono in presenza di umidità. L'idratazione della polvere infatti dà luogo ad un gel colloidale che solidifica in una struttura dura in circa quattro ore. Il cemento si distingue notevolmente da tutti gli altri materiali

utilizzati precedentemente per le sue doti di biocompatibilità, per la sua attività antibatterica, per il suo adattamento marginale e capacità di sigillo ed infine per la sua idrofilia e quindi resistenza all'umidità.

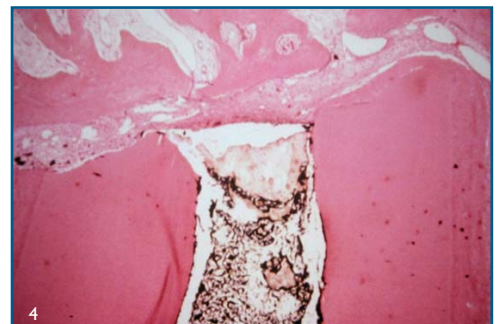
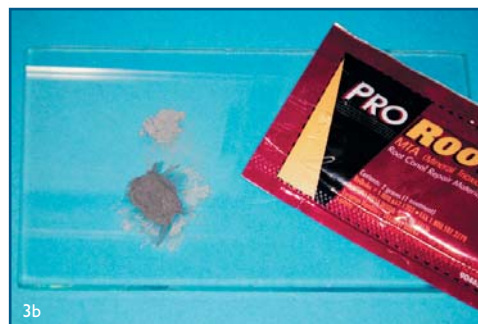
Per quanto riguarda la sua biocompatibilità,^{27,28} gli studi di Koh^{20,21} e di Pitt Ford²⁶ hanno dimostrato la mancanza di citotossicità quando l'MTA viene a contatto con colture di fibroblasti e di osteoblasti, nonché la stimolazione alla formazione di ponti dentinali quando viene utilizzato negli incappucciamenti pulpari diretti.¹⁹ Altri studi^{9,17,37,38,42} hanno dimostrato la crescita di cemento, legamento parodontale ed osso a diretto contatto con l'MTA utilizzato nelle perforazioni così come in endodonzia chirurgica.⁴

Per quanto riguarda l'attività antibatterica,^{2,34} uno studio condotto da Torabinejad e coll.⁴⁰ ha dimostrato che il potere antibatterico dell'MTA è superiore a quello dell'amalgama, del cemento a base di ossido di zinco-eugenolo e del SuperEBA. Lo spettro d'azione dell'MTA è comunque limitato, per cui se si sospetta una contaminazione batterica, è consigliabile fare precedere l'applicazione dell'MTA da una medicazione

Fig. 3
A. MTA bianco (ProRoot MTA, Dentsply Maillefer).
B - MTA grigio (ProRoot MTA, Dentsply Maillefer).



Fig. 4
Risposta tissutale all'otturazione retrograda eseguita con MTA. Al di sopra della superficie radicolare bisellata e al di sopra del materiale da otturazione retrograda è cresciuto nuovo cemento radicolare. Nel tessuto connettivo circostante non c'è il minimo segno di infiammazione. (Ingrandimento originale 20x, Ematossilina-eosina) (Pe gentile concessione del Dr. M. Torabinejad).



intermedia con idrossido di calcio.⁴⁰

L'adattamento marginale e la capacità di sigillo dell'MTA è stato dimostrato essere significativamente migliore rispetto all'amalgama, all'IRM e al SuperEBA.^{1-3,6,13,37,41,43}

Infine, la caratteristica che in assoluto distingue l'MTA dagli altri materiali finora utilizzati in endodonzia è la sua idrofilia. I materiali usati nella riparazione delle perforazioni così come per le otturazioni retrograde in endodonzia chirurgica, nella chiusura degli apici immaturi o negli incappucciamenti pulpari, vengono inevitabilmente a contatto con il sangue o con altri fluidi. L'MTA è l'unico materiale che non teme l'umidità né la contaminazione con il sangue, come ha dimostrato uno studio condotto da Torabinejad coll.³⁸ e, al contrario, indurisce solo se posto a contatto con fluidi. Per tutte le suddette caratteristiche e principalmente per quest'ultima, l'MTA può senz'altro essere considerato il materiale ideale per la riparazione delle perforazioni radicolari (Fig. 5).^{3,11,24,44}

La sequenza operativa per il trattamento di una perforazione radicolare o della biforcazione può essere così schematizzato:

Prima visita

- isolamento del campo operatorio con la diga di gomma
- detersione dell'area perforata
- in caso di contaminazione batterica, medicazione con idrossido di calcio per una settimana
- applicazione dell'MTA fino ad ottenere uno spessore di 2-3 mm
- controllo radiografico dell'avvenuto posizionamento
- applicazione di una pallina di cotone bagnata
- otturazione provvisoria

Seconda visita

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

Per quanto riguarda la sequenza operativa, è importante fare una distinzione tra la perforazione avente la configurazione di una cavità con quattro pareti e completamente separata dallo spazio endodontico (come ad esempio la perforazione di un molare) e la perforazione da stripping o da assottigliamento di una parete canalare.

Nel primo caso, è consigliabile sigillare la perforazione prima di eseguire l'otturazione dei canali radicolari



Fig. 5

Stripping della radice mesiale del molare inferiore sinistro, provocata dall'introduzione di vite nel canale mesiovestibolare. A - Radiografia preoperatoria. B - La radiografia di controllo dopo cinque anni mostra la completa guarigione.

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

(Fig. 6). Questo semplicemente perché più si aspetta, più la perforazione è più facile ed inoltre ci aiuta a risparmiare tempo. Dal momento che la prognosi dipende da molti fattori, tra cui soprattutto l'intervallo di tempo, si può complicare con un coinvolgimento parodontale. Dopo aver posizionato una piccola quantità di guttaperca agli orifizi

Fig. 6

Perforazione dell'aspetto mesiale della radice distale provocata dalla preparazione di un pozzetto per amalgama in questo molare inferiore destro.

A - Radiografia preoperatoria.

B - Aspetto clinico della perforazione adiacente alla vecchia amalgama.

C - L'amalgama è stata rimossa e la perforazione è stata sigillata con MTA.

D - Nell'appuntamento successivo si controlla l'indurimento dell'MTA.

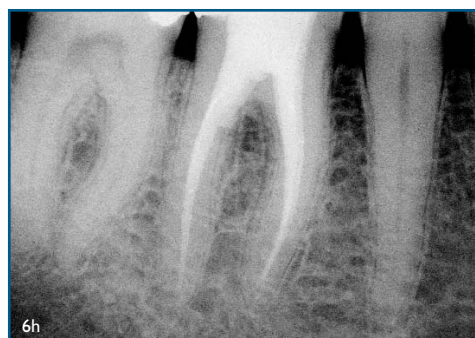
E - L'MTA a maggiore ingrandimento.

F - La radiografia mostra l'MTA in sede.

G - Radiografia postoperatoria.

H - Controllo dopo 3 anni.





canalari utilizzando la siringa Obtura III, o in un ritrattamento prima di rimuovere la precedente otturazione canalare allo scopo di evitare di intasare i canali con l'MTA, si posiziona questo materiale biocompatibile fino a riempire completamente la cavità della perforazione. Una volta accertato il completo indurimento dell'MTA durante la seconda visita, si completa la detersione, la sagomatura e l'otturazione del sistema canalare come se la perforazione non fosse mai esistita. Nel caso invece di una perforazione da assottigliamento della parete canalare o stripping, quando cioè le quattro pareti non ci sono e la perforazione è all'interno del canale radicolare, sarebbe estremamente difficile se non impossibile riparare la perforazione con l'MTA prima di aver otturato il canale, senza

contemporaneamente intasare il lume canalare con l'MTA stesso. Pertanto è consigliabile prima otturare lo spazio canalare apicalmente alla perforazione e poi utilizzare l'MTA per sigillare la perforazione e per riempire l'intera porzione coronale del canale radicolare, fino al suo orifizio (Fig. 7).

Per poter fare questo, è necessario misurare il livello della perforazione utilizzando il microscopio operatorio e quindi sezionare parzialmente il cono di guttaperca apicalmente a quel livello. Una volta introdotto nel canale radicolare, il cono di guttaperca viene ruotato tra le nostre dita e così si dividerà in due porzioni: il frammento coronale verrà rimosso, lasciando nel canale la porzione apicale, che si troverà



Fig. 7

Nel tentativo di trovare il canale mesio-vestibolare è stata fatta una perforazione nel pavimento della camera pulpare.

A - Radiografia preoperatoria.

B - Aspetto clinico della cavità d'accesso. Il tessuto rosso a sinistra è il tessuto pulpare del canale linguale. Il sanguinamento a destra deriva dalla perforazione vicina all'imbocco del canale vestibolare.

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

Fig. 7

C - Una lima 08 è stata introdotta nella perforazione ed è stata collegata al localizzatore apicale per confermare la diagnosi di perforazione.

D - Sull'aspetto mesiale della perforazione è ora riconoscibile l'orifizio del canale.

E - La lima 10 K sta sondando il canale mesiovestibolare.

F - Lunghezza di lavoro del canale mesiovestibolare.

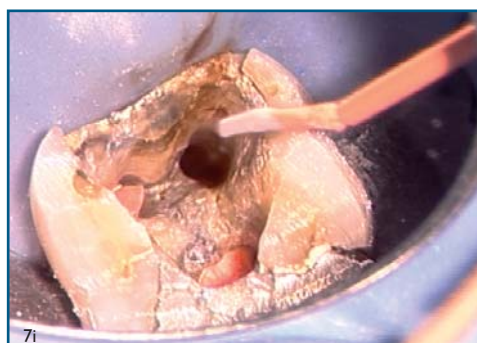
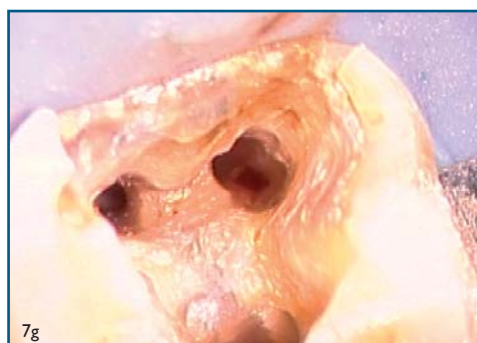
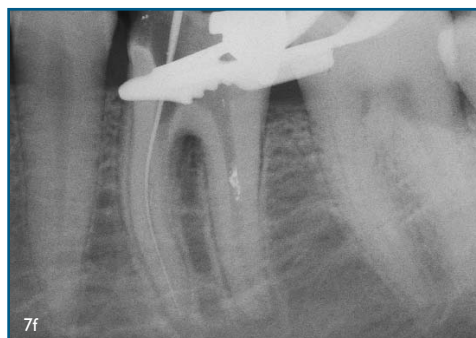
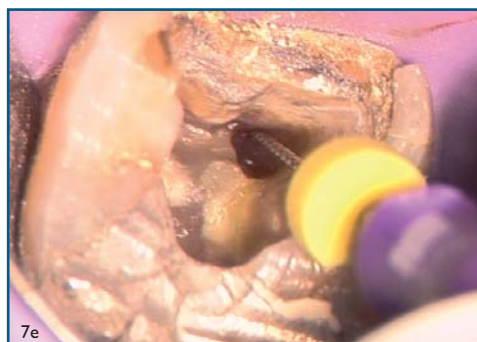
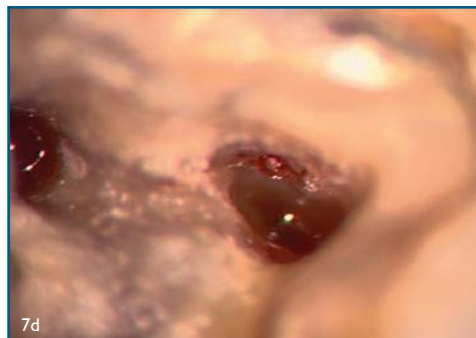
G - Dopo la detersione e sagomatura, ora la perforazione è la piccola cavità circa 7

mm al di sotto dell'imbocco canalare.

H - Prova dei coni di guttaperca.

I - Il cono di guttaperca del canale mesiovestibolare è stato parzialmente presezionato apicalmente alla perforazione, piegato e rivestito di cemento prima di essere introdotto nel canale.

J - grazie al parziale sezionamento del cono di guttaperca, questo si divide in due porzioni: una apicale, che rimane nel canale apicalmente alla perforazione, e l'altra coronale, che viene rimossa.



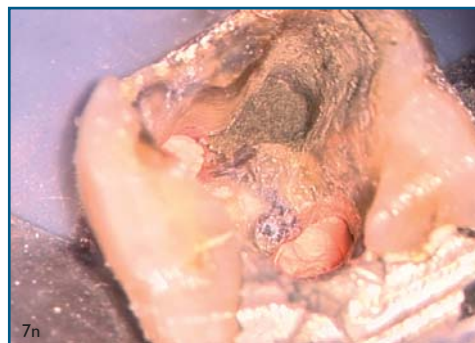
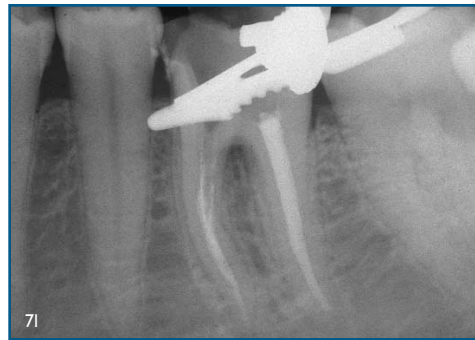


Fig. 7

K - Il canale è stato otturato con la tecnica di Schilder solo apicalmente alla perforazione.

L - Otturazione del terzo apicale dei canali mesiali.

M - Posizionamento dell'MTA con la siringa di Dovgan.

N - Il canale è stato riempito con MTA fino all'orifizio.

O - Nell'appuntamento successivo si controlla l'indurimento dell'MTA.

P - Radiografia postoperatoria.

Q - Controllo dopo 2 anni.

immediatamente apicalmente al difetto. Dopo aver eseguito la compattazione della guttaperca apicale, si riempie il canale con MTA fino all'orifizio e così la zona della perforazione verrà ad essere sigillata automaticamente.

Criteria per la valutazione del successo
Per poter parlare di successo dopo la terapia di una perforazione è

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

necessario che il dente trattato risponda ai seguenti requisiti:³⁵

- assenza di sintomi, quali dolore spontaneo o provocato dalla palpazione o percussione
- assenza di mobilità eccessiva
- mancanza di comunicazione orale con l'apertura della perforazione (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.

Conclusioni

Le perforazioni rappresentano una comunicazione patologica o iatrogena tra il sistema dei canali radicolari e l'apparato di sostegno del dente. Il trattamento di una perforazione richiede spesso un approccio multidisciplinare, allo scopo di stabilire un corretto piano di trattamento, e il team deve decidere se eseguire un'estrazione o cercare di recuperare il dente con un ritrattamento ortograde, chirurgico o con entrambi.

La prognosi delle perforazioni è sicuramente migliorata oggi rispetto a quello che era fino a pochi anni fa, e questo è legato alla migliorata visibilità fornita dal microscopio operatorio e all'uso di un materiale

biocompatibile come l'MTA. Con l'ingrandimento e usando l'MTA come materiale di elezione, le perforazioni oggi possono essere riparate con relativa facilità in maniera predicabile per via ortograde, riducendo così drasticamente la necessità di ricorrere alla chirurgia o all'estrazione e poi all'impianto.

*Traduzione dell'articolo originale:
The use of Mineral Trioxide Aggregate
to repair iatrogenic perforations
Dentistry Today 27(9):74-80, 2008
Copyright©Dentistry Today Inc.*

BIBLIOGRAFIA

- 1)** 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.
- 2)** AL-HEZAIMI, K., NAGHSHBANDI, J., OGLESBY, S., SIMON, J.S.H., ROTSTEIN, I.: Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J. Endod.* 31:453, 2005.
- 3)** AL-KAHTANI, A., SHOSTAD, S., SCHIFFERLE, R., BHAMBHANI, S.: In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J. Endod.* 31:117, 2005.
- 4)** BAEK, S., PLENK, H., KIM, S.: Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *J. Endod.* 31:444, 2005.
- 5)** BARGHOLZ, C.: Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept. *Int. Endod. J.* 38:59, 2005.
- 6)** 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.
- 7)** BEAVERS, R.A., BERGENHOLTZ, G., COX, C.F.: Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of Macaca Mulatta. *Int. Endod. J.* 19:36, 1986.
- 8)** BENENATI, F.W., RTOANE, J.B., BIGGS, J.T., SIMON, J.H.: Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J. Endod.* 12:161, 1986.
- 9)** CAMILLERI, J., MONTESIN, F.E., PAPAIOANNOU, S., McDONALD, F., PITT FORD T.R.: Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int. Endod. J.* 37:699, 2004.
- 10)** CANTATORE, G., CASTELLUCCI, A., DELL'AGNOLA, A., MALAGNINO, V.A.: Applicazioni cliniche dell'MTA. *G. It. Endod.* 16:29, 2002.
- 11)** DE-DEUS, G., PETRUCCELLI, V., GURGEL-FILHO, E., COUTINHO-FILHO, T.: MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. *Int. Endod. J.* 39:293, 2006.
- 12)** 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 fourcation perforations. *J. Endod.* 8:460, 1982.
- 13)** 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.
- 14)** FRANK, A.L., WEINE, F.S.: Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J. Am. Dent. Assoc.* 87:863, 1973.
- 15)** HARRIS, W.E.: A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J. Endod.* 2:126, 1976.

L'uso del Mineral Trioxide Aggregate per riparare le perforazioni iatrogene

- 16)** HIMEL, V.T., BRADY, J.Jr., WEIR, J.Jr.: Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. *J. Endod.* 11:161, 1985.
- 17)** 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.
- 18)** JEW, R.C.K., WEINE, F.S., KEENE, J.Jr., SMULSON, M.H.: A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with cavit. *Oral Surg.* 54:124, 1982.
- 19)** KARABUCAK, B., LIM, J., IQBAL, M.: Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dent. Traumatol.* 21:240, 2005.
- 20)** KOH, E.T., MCDONALD, F., PITT FORD, T.R., TORABINEJAD, M.: Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 24:543, 1998.
- 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)** LANGELAND, K., RODRIGUES, H., DOWDEN, W.: Periodontal disease, bacteria, and pulpal histopathology. *Oral Surg.* 37:257, 1974.
- 23)** LANTZ, B., PERSSON, P.: Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dog's teeth: a histologic study. *Odont. Revy.* 21:51, 1970.
- 24)** MAIN, C., MIRZAYAN, N., SHABAHANG, S., TORABINEJAD, M.: Repair of root perforations using Mineral Trioxide Aggregate: a long-term study. *J. Endod.* 30:80, 2004.
- 25)** MARTIN, L.R., GILBERT, B., DICKERSON, A.W.: Management of endodontic perforations. *Oral Surg.* 54:668, 1982.
- 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)** RIBEIRO, D.A., HUNGARO DUARTE, M.A., MATSUMOTO, M.A., ALENCAR MARQUES, M.E., FAVERO SALVADORI, D.M.: Biocompatibility in vitro of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. *J. Endod.* 31:605, 2005.
- 28)** RIBEIRO, D.A., MATSUMOTO, M.A., HUNGARO DUARTE, M.A., ALENCAR MARQUES, M.E., FAVERO SALVADORI, D.M.: Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int. Endod. J.* 39:26, 2006.
- 29)** RUDDLE C.J.: Endodontic perforation repair: using the surgical operating microscope. *Dentistry Today*, 13:48, 1994.
- 30)** RUDDLE C.J.: Microendodontic nonsurgical retreatment. In *Microscopes in Endodontics*, Dental Clin. North Am. WB Saunders, Philadelphia, 41(3):429, July 1997.
- 31)** RUDDLE, C.J.: Retreatment of root canal systems. *J. Calif. Dent Assoc.* 25:11, 1997.
- 32)** SARKAR, N.K., CAICEDO, R., RITWIK, P., MOISEYEVA, R., KAWASHIMA, I.:

Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J. Endod.* 31:97, 2005.

33) SELTZER, S., SINAI, I., AUGUST, D.: Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J. Dent. Res.* 49:333, 1970.

34) SIPERT, C.R., HUSSNE, R.P., NISHIYAMA, C.K., TORRES, S.A.: In vitro antimicrobial activity of fill canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez. *Int. Endod. J.* 38:539, 2005.

35) 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.

36) THOMSON, T.S., BERRY, J.E., SOMERMAN, M.J., KIRKWOOD, K.L.: Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of Mineral Trioxide Aggregate. *J. Endod.* 29:407, 2003.

37) 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.

38) 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.

39) 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.

40) 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.

41) 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.

42) TORABINEJAD, M., PITT FORD, T.R., MCKENDRY, D.J., ABEDI, H.R.: Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as root-end filling material in monkeys. *J. Endod.* 23:225, 1997.

43) WU, M.K., KONTAKIOTIS, E.G., WESSELINK, P.R.: Long term seal provided by some root-end filling materials. *J. Endod.* 24: 557, 1998.

44) YILDIRIM, T., GENCOGLU, N., FIRAT, I., PERK, C., GUZEL, O.: Histologic study of furcation perforations treated with MTA or SuperEBA in dogs' teeth. *Oral Surg.* 100:120, 2005.